

जून - जुलै ०८

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ५२

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

ngc2264

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 ५२

जून - जुलै ०८

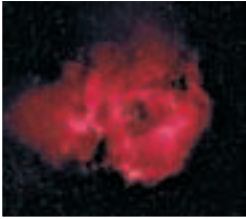
**पालकनीती परिवारसाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ**

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

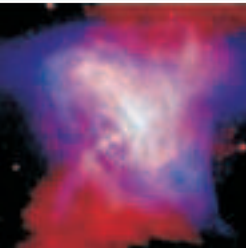
पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-



आकाश गंगेतील धूलिमेघांच्या छायाचित्रांकडे पाहिले की ताऱ्यांचा जन्म अशा धूलिमेघात होत असेल हे मनाला पटतेच. मुखपृष्ठावरील व मलपृष्ठावरील धूलिमेघ (रोझेट) ही त्याची उदाहरणे.



ताऱ्याच्या मृत्यूच्या प्रक्रियेत तयार होणाऱ्या अतिनवतारे (सुपरनोव्हा)


तसेच अभ्रिकांच्या (क्रॅब) संदर्भात वाचा 'ताऱ्यांचे जीवनमरण' या लेखात



अनुक्रमणिका

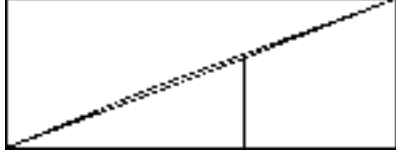
शैक्षणिक संदर्भ अंक - ५२

- रिकामा चौकोन कुठून आला ?..... ३
- ब - जीवनसत्वाचा शोध ६
- हवामान बदल व शाश्वत ऊर्जा भाग-६ १२
- जिगसाँ पझल - उत्तराचे रस्ते अनेक १५
- उत्परिवर्तन २०
- हिमयुग २९
-  पर्फेक्ट संख्या ३८
- ताऱ्यांचे जीवनमरण ४०
- नवचित्रकलेचा प्रणेता - पॉल सेझॉ ४७
- दक्षिण ध्रुवाकडे ५५
-  १०० चौरसांचे अनेक उपयोग ६५
- सुडोकूचे खेळणे ७९

 हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

ब जीवनसत्वाचा शोध ६

जीवनसत्वाबद्दल आपल्याला प्राथमिक शाळेत असतानाच माहिती होते. प्रत्येक जीवनसत्व शरीराच्या आरोग्यासाठी आवश्यक असते. आणि ही गोष्ट माहीतच नसेल - असा काळ आपल्या कल्पनेतही येत नाही. खरचं... कशी सापडली असतील ही जीवनसत्वं ?



जिगसॉ पझल - उत्तराचे रस्ते अनेक १५

भूमितीचं गेल्या अंकातलं हे कोडं बऱ्याच जणांना आकर्षक वाटलं. एखाद् दोन दिवस त्यानं डोकं खाल्लंच. मग जे उत्तर सापडलं ते दुसऱ्या मित्रापेक्षा वेगळंच होतं... कसं काय ?

हिमयुग २९

सगळी माध्यमं जागतिक तपमान वाढीबद्दल बोलत असताना हिमयुग येण्याची कल्पना कशी छान वाटते. पृथ्वीवर कोट्यानुकोटी वर्षे हिमयुग होतं आणि त्यामध्ये नियमितपणे बदल होत आलेत. मात्र त्यांचा संबंध आजच्या तपमानवाढीशी आहेच... त्याबद्दल.



ताऱ्यांचे जीवनमरण ४०

आपल्या आयुष्याच्या संदर्भात फार मोठ्या काळाचा उल्लेख 'यावत् चंद्र दिवाकरौ' - जोपर्यंत चंद्र सूर्य आहेत तोपर्यंत - असा करतात. या सूर्याच्या आणि त्यासारख्या ताऱ्यांच्या आयुष्याबद्दल माहिती करून घेऊया. त्यांचा जन्म-बालपण-तरुणपण-वृद्धावस्था-मृत्यू आणि त्यानंतरचे अवशेषसुद्धा.



दक्षिण ध्रुवाकडे ५५

आज अवकाशात फेरफटका मारणं किंवा चंद्रावर उतरणं ही काही धाडशी, जिद्दी लोकांनी पाहिलेली स्वप्नं प्रत्यक्षात येऊ पाहत आहेत. जवळजवळ १०० वर्षांपूर्वी अशाच एका धाडशी नाविकानं दक्षिण ध्रुवाच्या जमिनीवर पाऊल ठेवण्याचं स्वप्न पाहिलं. त्याचा जिद्दीनं पाठपुरावा केला. त्याची गोष्ट.

प्रतिसाद

रिकामा चौकोन कुठून आला ?

'शैक्षणिक संदर्भ'च्या एप्लि-मे २००८ अंकात मागील पानावर हा रिकामा चौकोन कुठून आला ? या प्रश्नाचे उत्तर देण्याचा प्रयत्न करित आहे.

या प्रश्नाचे उत्तर आहे रिकामा चौकोन आलाही नव्हता व गेलाही नव्हता (कृपया या पत्रासोबतचे आलेखपत्र पहा.)

१) पोपटी रंगाने व भगव्या रंगाने रंगवलेले चौरसाकृती ठोकळे दोन्ही आकृत्यात तेवढेच आहेत हणजेच समक्षेत्र आहेत. (पोपटी रंगाचे १ सें.मी. क्षेत्रफळाचे ८ ठोकळे व भगव्या रंगाचे १ चौसेमी क्षेत्रफळाचे ७ ठोकळे दोन्ही आकृतीत आहेत.)

२) बदल झाला आहे तो दोन काटकोन त्रिकोणांच्या जागा बदलल्याने. (तांबड्या रंगाचा व हिरव्या रंगाचा त्रिकोण.)

३. आलेखपत्रावरील समक्षेत्र आकृत्या खालीलप्रमाणे.

$$\left. \begin{aligned} A(\Delta ABC) &= A(\Delta PQR) \\ A(\Delta LMN) &= A(\Delta DST) \end{aligned} \right\} \text{पाया समान, उंची समान.} \quad (1)$$

आकृती (I) मधील चौकोन, □AMZM

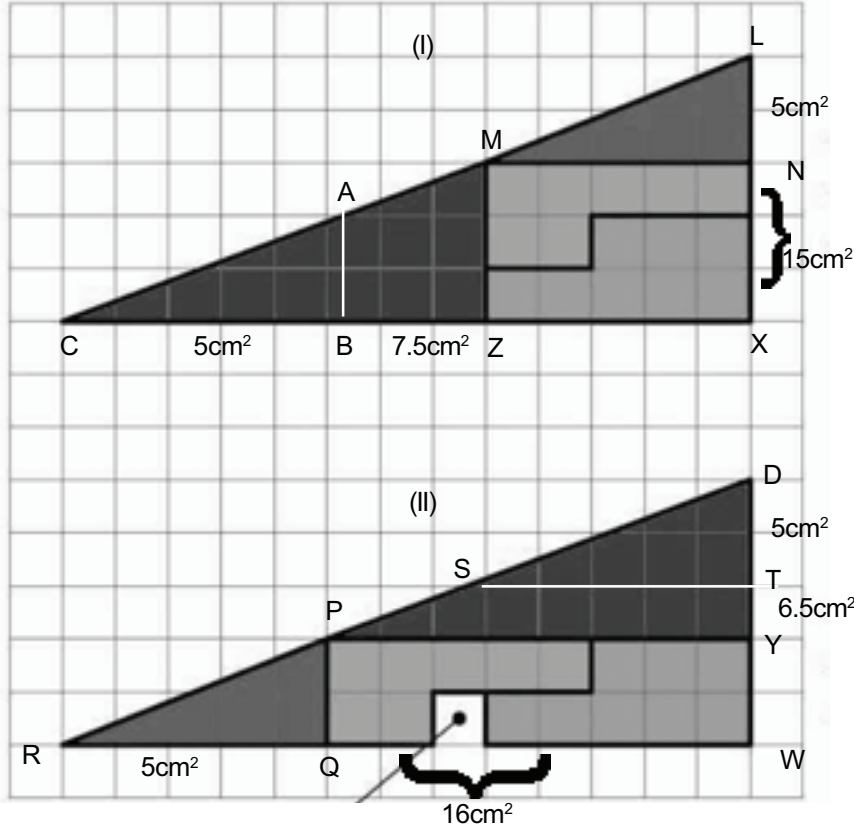
व आकृती (II) मधील चौकोन, □PSTY हे समलंब □ आहेत.

$$\text{समलंब चौकोनाचे क्षेत्रफळ} = \frac{1}{2} \times (\text{समांतर बाजूंच्या लांबींची बेरीज}) \times \text{उंची}^*$$

* (बाजूमधील लांबांतर)

$$\therefore A(\square ABZM) = \frac{1}{2} \times (AB + MZ) \times BZ$$

$$\therefore (\square ABZM) = \frac{1}{2} \times (2\text{cm} + 3\text{cm}) \times 3\text{cm}$$



$$\therefore A(\square ABZM) = \frac{1}{2} \times 5\text{cm} \times 3\text{cm}$$

$$\therefore A(\square ABZM) = \frac{15\text{cm}^2}{2}$$

$$\square A(\square ABZM) = 7.5\text{cm}^2 \quad (2)$$

$$A(\square PSTY) = \frac{1}{2} \times (ST + PY) \times TY$$

$$\therefore (\square PSTY) = \frac{1}{2} \times (5\text{cm} + 8\text{cm}) \times 1\text{cm}$$

$$\therefore A(\square PSTY) = \frac{1}{2} \times 13\text{cm} \times 1\text{cm}$$

$$\therefore A(\square PSTY) = \frac{13\text{cm}^2}{2}$$

$$\therefore A(\square PSTY) = 6.5\text{cm}^2 \quad (3)$$

$$A(\square PSTY) + 1\text{cm}^2 = 6.5\text{cm}^2 + 1\text{cm}^2 = 7.5\text{cm}^2 \dots (4)$$



(रिकाच्या चौकोनाचे क्षेत्रफळ)

आकृती (I) मध्ये

$$A(\triangle ABC) = \frac{1}{2} \times BC \times AB = \frac{1}{2} \times 5 \times 2 = 5\text{cm}^2$$

$$A(\square ABZM) = 7.5\text{cm}^2 \dots (2) \text{ वरून}$$

$$A(\square MZXN) = MN \times NX = 5 \times 3 = 15\text{cm}^2$$

$$A(\square LMN) = \frac{1}{2} \times MN \times LN = \frac{1}{2} \times 5 \times 2 = 5\text{cm}^2$$

$$\therefore A(\triangle LCX) = 5\text{cm}^2 + 7.5\text{cm}^2 + 15\text{cm}^2 + 5\text{cm}^2 = 32.5\text{cm}^2 \dots (5)$$

आकृती (II) मध्ये

$$A(\triangle PQR) = \frac{1}{2} \times RQ \times PQ = \frac{1}{2} \times 5 \times 2 = 5\text{cm}^2$$

$$A(\square PSTY) = 6.5\text{cm}^2 \dots (3) \text{ वरून}$$

$$A(\square PYWQ) = QW \times WY = 8 \times 2 = 16\text{cm}^2$$

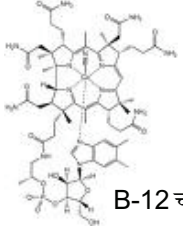
$$A(\triangle DST) = \frac{1}{2} \times ST \times DT = \frac{1}{2} \times 5 \times 2 = 5\text{cm}^2$$

$$\therefore A(\triangle DRW) = 5\text{cm}^2 + 6.5\text{cm}^2 + 16\text{cm}^2 + 5\text{cm}^2 = 32.5\text{cm}^2$$

$$\therefore \text{विधान (५) व (६) वरून } A(\triangle LCX) = A(\triangle DRW)$$

श्री.पी.बी. उपाध्ये, बी.एस्सी.बी.एड.
कोथळी, ता. शिरोळ, जि. कोल्हापूर





B-12 ची रचना

ब-जीवनसत्वाचा शोध

लेखक : पु. के. चितळे

मे ५, १९२६ ची सकाळ. बोस्टन (अमेरिका) शहरातील एका इस्पितळात रक्तदोषाने ग्रस्त रुग्णाला रक्त देण्याची तयारी करण्यात येत होती. वरचेवर स्वीकाराव्या लागणाऱ्या रक्तदानामुळे त्या रुग्णास असह्य वेदना होत होत्या. त्याचा जीव अगदी मेटाकुटीस आला होता. शेवटी त्या दिवशी त्याने इस्पितळातल्या डॉक्टरांना कळकळीची उघड विनंती केली की, 'डॉक्टर आता मला हे प्राणांतिक कष्ट सहन होत नाहीत. आता तुम्ही हे सर्व उपद्व्याप बंद करून मला सुखाने मरू द्या.' रुग्णाचा हा अखेरचा निग्रह ऐकून डॉक्टर किंकर्तव्यविमूढ झाले. शेवटी तिथे हजर असलेल्या एका तरुण डॉक्टराने रुग्णाला विचारले, 'तू आजचे वर्तमानपत्र वाचले आहेस का?' गेल्या अनेक वर्षांपासून मृत्यूशी सतत निकराची झुंज देण्यात गुंतलेल्या या व्यक्तीस वर्तमानपत्रांकडे बघण्याचीही सवड किंवा शक्ती कुठून असणार? त्याचे उत्तर अर्थातच, 'नाही' हेच होते. मग त्या तरुण डॉक्टराने स्वतःच, आदल्या दिवशी घडलेल्या एका सुखद

घटनेची बातमी त्या रुग्णास सांगितली. ४ मे रोजी अमेरिकेतील डॉक्टरांच्या राष्ट्रीय परिषदेत मिनोट (Minot) नावाच्या एका डॉक्टराने रक्ताच्या या असाध्य रोगावर एक रामबाण औषध शोधून काढल्याचे जाहीर केले होते. ही घोषणा इतकी महत्त्वाची होती की, परिषदेत उपस्थित असलेल्या सर्व डॉक्टरांनी उभे राहून व टाळ्या वाजवून त्या घोषणेचे स्वागत केले. आपल्या या औषधाची माहिती देताना डॉ. मिनोट यांनी सांगितले की, ते आणि त्यांचे सहकारी डॉ. मर्फी यांनी रक्ताच्या या घातक रोगाने ग्रस्त ४५ रुग्णांवर या औषधाचा वापर करून बघितला आहे. आणि त्यापैकी ४४ रुग्णांना या औषधामुळे पूर्ण आराम वाटला आहे. हे अभूतपूर्व औषध आहे - रुग्णाच्या आहारात कच्च्या यकृताचा (Liver) वापर करणे. त्यांच्या ४५ रुग्णांपैकी उरलेल्या एका रुग्णाला या औषधाचा लाभ न होण्याचे कारणही स्पष्ट होते. तो रुग्ण म्हणजे एक वयस्कर आणि विक्षिप्त महिला होती. आहार म्हणून प्राण्यांचे कच्चे यकृत खाण्याची तिला एवढी शिसारी आली की, शेवटी तिने



डॉ. मिनोट



डॉ. मर्फी



डॉ. व्हिप्ल

औषध खाण्यास चक्र नकार दिला. ती म्हणाली की, 'कच्चे यकृत खाण्यापेक्षा मृत्यू बरा.' डॉ. मिनोटचे इतर सर्व रुग्ण अल्प काळात बरे होऊन आपापल्या कामावर पण जाऊ लागले होते.

ही आनंदाची बातमी ऐकून बोस्टन इस्पितळातील तो रुग्ण हा उपचार घेण्यास लगेच तयार झाला आणि आश्चर्य हे की तोही एका आठवड्याच्या आत पूर्ण बरा झाला आणि त्याला नवजीवन मिळाले.

रक्तक्षय

या रोगाच्या उपचाराचा पहिला यशस्वी वापर डॉ. मिनोट व डॉ. मर्फी यांनी केला असला तरी या अमूल्य शोधामागची धडपड आणि चिकाटी एका तिसऱ्याच डॉक्टराची होती. त्याचे नाव होते जॉर्ज व्हिप्ल. (George Whipple) या शोधाचे सर्व श्रेय डॉ. व्हिप्ल यांनाच दिले गेले पाहिजे.

रक्ताच्या या रोगाचे नाव आहे, 'घातक रक्तक्षय' (Pernicious anaemia) फार प्राचीन काळापासून हा रोग जगातील सर्व भागात तेवढ्याच तीव्रतेने होत असे. कातडी पिवळ्या मेणासारखी निर्जीव होणे, जीभ लाल आणि दुखरी होणे, पक्षाघात (Paralysis) होणे, सर्व कामांची गती मंद होणे वगैरे या रोगाची लक्षणे असायची. या रोगामागचे मुख्य कारण होते रक्तातील लाल रक्तपेशींची संख्या फार मोठ्या प्रमाणात कमी होणे. स्वस्थ माणसाच्या शरीरात लाल पेशींची संख्या सुमारे ३.५ ते ६ दशलक्ष प्रती मि.लि. एवढी असते. पण घातक रक्तक्षय झाल्यावर या पेशींचा सतत न्हास होत जातो व ही संख्या ५ लक्ष प्रती मि.लि. किंवा त्याहीपेक्षा कमी होते. अशा पाण्यासारख्या रक्तात प्राणवायू वाहून नेण्याची क्षमता अगदी नगण्य असल्यामुळे शरीरातील पेशींना प्राणवायूचा

हवा तेवढा पुरवठा होत नसे आणि यामुळे शरीरातील पेशी गुदमरून माणसाचा मृत्यु होत असे. या रोगाला आपल्या रुग्णाचे प्राण घेण्याची मुळीच घाई नसायची. रोगग्रस्त झाल्यावर तो माणूस २ ते ५ वर्षे सहज जगायचा. पण शेवटी मृत्यू अटळ असायचा. सर्वात क्लेशदायक होते रोज थोडे थोडे होणारे मरण आणि त्यापासून होणाऱ्या असह्य वेदना. डॉक्टरांनी या रोगाशी सर्व स्तरांवर निकरीची झुंज दिली. काही लोकांच्या मते एखाद्या गूढ विषामुळे रक्तातील लाल पेशींचा मृत्यू होत होता. काहींच्या मते हाडांमधील पोकळीत, जिथे सतत लक्षावधी लाल रक्तपेशी तयार होत असतात, काही बिघाड झाल्याने नवीन लाल रक्तपेशींची निर्मिती हव्या तेवढ्या प्रमाणात होत नाही. काही डॉक्टरांनी तर प्लीहेमध्ये (Spleen) बिघाड झाल्याने निदान करून आपल्या रुग्णांच्या प्लीहाही शस्त्रक्रिया करून काढून टाकल्या. या शस्त्रक्रियेनंतर काही दिवस रुग्णांना आराम पडल्यासारखे वाटायचे. पण काही दिवसांनी पुन्हा नेहमीचेच रडगाणे चालू होत असे. कुठलेही उपचार केले तरी शेवट नेहमी रुग्णाच्या मृत्यूनेच व्हायचा.

कशामुळे ?

रक्तक्षय अनेक प्रकारचा असतो. उदा. - मोठ्या प्रमाणात रक्तसाव झाल्याने होणारा रक्तक्षय, सिकल सेल सदोष रचना असलेल्या लाल रक्तपेशी) मुळे होणारा

रक्तक्षय वगैरे. पण रक्तक्षयाच्या या सर्व प्रकारात रुग्णाचा मृत्यू होतोच असे नाही. त्या काळातही अनेक प्रकारच्या रक्तक्षयावर यशस्वी उपचार करणे शक्य होत असे.

एका लाल रक्तपेशीचे आयुष्यमान सरासरी १२० दिवसाचे असते. दर सेकंदाला सुमारे १० दशलक्ष लाल रक्तपेशींचे आयुष्य संपते. त्यामुळे दर सेकंदाला कमीत कमी तेवढ्याच नवीन लाल रक्तपेशींची निर्मिती होणे फार आवश्यक असते. पण घातक रक्तक्षय झाला की त्या व्यक्तीच्या शरीरात नवीन लाल पेशींची निर्मिती एवढ्या मोठ्या संख्येने होत नाही. म्हणूनच त्याच्या रक्तात लाल रक्तपेशींची संख्या कमी कमी होत जाते. शरीरात नवीन लाल रक्तपेशींची निर्मिती होण्यासाठी लागणाऱ्या सर्व आवश्यक पदार्थांचा पुरवठा योग्य पौष्टिक आहारातूनच होत असतो ही गोष्ट त्या काळातही सर्व विदित होती.

संशोधनाची पूर्वतयारी

१९०७ पासूनच डॉ. व्हिप्पल रक्तक्षयाचा अभ्यास करत होते. त्यांनी आहाराच्या संशोधनावरच आपले लक्ष केंद्रित केले. संशोधनाची पूर्व तयारी म्हणून त्यांनी काही कुत्र्यांत कृत्रिम मार्गाने रक्तक्षय घडवून आणला यासाठी त्यांनी कुत्र्यांच्या मानेतील एका मोठ्या रक्तवाहिनीतून थोड्या थोड्या दिवसाच्या अंतरावर काही रक्त काढून घेण्यास सुरुवात केली. यामुळे त्या कुत्र्यांच्या

रक्तातील हिमोग्लोबीनचे प्रमाण कमी होऊ लागले. हिमोग्लोबीनचे हे प्रमाण सरासरीपेक्षा ४० ते ५० टक्के एवढे कमी झाले तरी त्यामुळे त्या कुत्र्यांना काही त्रास होत असल्याचे जाणवले नाही. आता डॉ. व्हिप्पल आपल्या संशोधनाच्या पुढच्या टप्प्याची सुरुवात करणार होते.

याच सुमारास एका तरुण जर्मन महिलेचे सहाय्य डॉ. व्हिप्पल यांना मिळाले. तिचे नाव फ्रेडा रॉबिन्स. तिने डॉ. व्हिप्पल यांना स्पष्ट सांगून टाकले की, 'तुम्हाला आवडो किंवा न आवडो मी तुमच्या बरोबरच काम करण्याचे ठरविले आहे.' डॉ. व्हिप्पल यांनी फ्रेडाला आपली मदतनीस म्हणून नेमले आणि डॉक्टरांना तिची मदत त्यांच्या संशोधनासाठी फार महत्त्वाची ठरली.

आता या दोघांनी आपल्या प्रयोगांना जोरात सुरुवात केली. त्यांनी कृत्रिम पद्धतीने रक्तक्षयाने ग्रस्त झालेल्या कुत्र्यांसाठी निरनिराळ्या प्रकारच्या आहारांची आखणी केली. सर्व प्रथम त्या कुत्र्यांना अगदी निकृष्ट प्रतीचा, म्हणजे फार कमी पोषण मूल्य असलेला, आहार देण्यात आला. नंतर त्यात पाव, दूध, अंडी, गाजर, पालेभाज्या वगैरेंचा समावेश करण्यात आला. शेवटी त्या कुत्र्यांना निरनिराळ्या प्रकारच्या मांसाचे तुकडे, उदा.-प्लीहा, स्वादुपिंड, मूत्रपिंड, मेंदू, यकृत वगैरे, देण्यात येऊ लागले.

जवळच्याच एका कत्तलखान्यातून यांचा पुरवठा केला जात होता. प्रत्येक प्रकारच्या आहाराची आणि त्यामुळे कुत्र्यांच्या रक्तातील हिमोग्लोबीनच्या प्रमाणात झालेल्या बदलांची काटेकोरपणे नोंद केली जात होती. हे प्रयोग पूर्ण होण्यात बराच काळ गेला. या प्रयोगातून शेवटी असा निष्कर्ष काढण्यात आला की, रक्तात हिमोग्लोबीनचे प्रमाण वाढविण्यासाठी सर्वात उत्तम प्रतीचा आहार, म्हणजे 'कच्चे यकृत'. या आहारामुळे फक्त दोन आठवड्यात त्या कुत्र्यांच्या रक्तातील हिमोग्लोबिनचे प्रमाण वेगाने वाढत जाऊन सरासरी प्रमाणाच्याही वर गेल्याचे आढळून आले. पण यकृताच्या आहाराचा हा गुण निर्विवादपणे सिद्ध करण्यासाठी अजून आणखी काही प्रयोग करण्याची आवश्यकता होती.

१९२१ साली डॉ. व्हिप्पल यांची रॉचेस्टर, न्यूयॉर्क इथे नव्याने सुरू होणाऱ्या एका मेडिकल स्कूलचा प्रमुख या नात्याने नियुक्ती करण्यात आली. तिथे नवीन प्रयोगशाळेचे काम पूर्ण झाल्यावर डॉ. व्हिप्पल यांनी आपल्या मूळच्या प्रयोगांना पुन्हा सुरुवात केली. काही दिवसांनी त्यांची विश्वासू मदतनीस फ्रेडा प्रयोगशाळेतील कुत्र्यांचा ताफा घेऊन त्यांना सामील झाली. आता त्यांनी यकृत या एकाच प्रकारच्या आहारावर आपले लक्ष केंद्रित करून पुन्हा

पूर्वीसारख्या प्रयोगांना सुरुवात केली. १९२५ साली आपल्या प्रयोगांच्या निष्कर्षांच्या आधारावर डॉ. व्हिप्पल यांनी निर्विवादपणे असे सिद्ध केले की, यकृताचा आहार, रक्तात हिमोग्लोबिन आणि लाल रक्तपेशी यांची वाढ होण्यासाठी सर्वोत्तम उपाय आहे. पण ही गोष्ट कुत्र्यांच्या बाबतीत जरी खरी ठरली असली तरी माणसासाठी अजून तशी परीक्षा झाली नव्हती. म्हणून आता माणसावर तसे प्रयोग करण्याची वेळ आली.

माणसांवर प्रयोग

सुदैवाने डॉ. व्हिप्पल यांच्या या संशोधनाची बातमी हॉरवर्ड विश्वविद्यालयातील प्रसिद्ध डॉक्टर जॉर्ज मिनोट यांच्या कानावर आली. घातक रक्तक्षयाने ग्रस्त रुग्णांसाठी डॉ. मिनोट यांची काहीही करण्याची तयारी होती. त्यांनी डॉ. व्हिप्पल यांचे प्रयोग आपल्या रुग्णांवर करण्याचे ठरविले. डॉ. मिनोट स्वतः मधुमेहाने पछाडलेले असल्याने त्यांनी डॉ. विलियम मर्फी या तरुण डॉक्टरास आपल्या मदतीसाठी पाचारण केले. या दोघांनी मिळून बऱ्याच रुग्णांवर एक वर्षापेक्षा अधिक काळ आहाराचे प्रयोग केले. त्यांनी आपल्या रुग्णांना कच्च्या यकृताचा आहार पोट भरून अक्षरशः घशापर्यंत येईपावेतो खायला घातला. काही वेळा त्यांनी कच्चे यकृत वाटून त्यात संत्री किंवा तत्सम पदार्थांचा रस मिसळून रुग्णाला ते मिश्रण पोट भरभरून

प्यायला लावले. बेशुद्धावस्थेत असलेल्या रुग्णांनाही अशाच तऱ्हेने नळी व नरसाळे यांच्या मदतीने यकृताचा आहार देण्यात येत असे. याचे परिणाम मात्र जलद आणि कमालीचे आश्चर्यजनक असायचे. काही दिवसातच रुग्णांच्या अवस्थेत सुधारणा होऊन त्यांच्या रक्तात लाल रक्तपेशींचे प्रमाण वाढू लागल्याचे स्पष्टपणे जाणवत असे.

सुमारे एक वर्षात डॉ. मिनोट आणि डॉ. मर्फी यांनी एकंदर १०५ रुग्णांवर हा उपचार केला आणि ते पूर्णपणे बरे झाले. त्यातले फक्त तीन रुग्ण दगावले. यातील एका रुग्णाचा मृत्यू एका मोटार अपघातात झाला, दुसरा मेंदूमधील रक्तस्रावाने मेला आणि तिसऱ्या रुग्णाच्या मृत्यूचे नक्की कारण कळू शकले नाही, पण एवढे खरे की, त्या तिन्ही रुग्णांपैकी एकाचाही मृत्यू घातक रक्तक्षयाने झाला नव्हता.

अशाप्रकारे घातक रक्तक्षयाने बळी पडणाऱ्या असंख्य लोकांसाठी संजीवनीचा शोध लागला होता. १९३४ साली डॉ. जॉर्ज व्हिप्पल, डॉ. जॉर्ज मिनोट आणि डॉ. विलियम मर्फी या तिघांना त्यांच्या या महान संशोधनासाठी नोबेल पारितोषिक देऊन सन्मानित करण्यात आले.

औषध तयार झाले

घातक रक्तक्षय या महासंहारक रोगापासून माणसांचा प्राण वाचविण्याचा मार्ग तर

सापडला होता पण कच्चे यकृत खाणे सर्वांसाठी काही सोपे नव्हते. म्हणून यकृतातील तो घटक शोधून काढणे अत्यंत आवश्यक होते ज्याच्यामुळे यकृताचा आहार घातक रक्तक्षयावर इतका प्रभावी ठरला होता. यासाठी आणखी संशोधनांची नितांत आवश्यकता होती. यकृतातील अन्य अनावश्यक पदार्थ बाजूला काढून यकृतातील हा प्रभावशाली पदार्थ निराळा काढणे फार जरीचे होते. या कामासाठी हारवर्डमधीलच एक प्रसिद्ध रसायन तज्ज्ञ डॉ. एडविन कोहॅन पुढे सरसावले. त्यांनी यकृतापासून एक अर्क (Liver extract) तयार केला. हा एक चमचा अर्क एक पाऊंड रक्तापासून मिळणाऱ्या पौष्टिक पदार्थांच्या बरोबरीचा होता. नंतर थोड्याच दिवसात या अर्कापासून एक इंजेक्शन तयार करण्यात आले. या इंजेक्शनच्या प्रत्येक थेंबात त्याच्यापेक्षा ४ लाख पट वजनाच्या यकृताएवढी पोषक शक्ती असायची.

अजूनही घातक रक्तक्षय या आजारावर रामबाण ठरलेल्या औषधाबद्दल काही गोष्टी कळल्या नव्हत्या. त्यातील पहिली गोष्ट ही की यकृतात असणारा तो कोणता गूढ पदार्थ आहे, ज्याच्यामुळे रक्तातील लाल रक्तपेशींच्या संख्येत भराभर वाढ होते? दुसरी गोष्ट ही की, घातक रक्तक्षय होण्याचे कारण काय? यातील पहिल्या प्रश्नाचे उत्तर १९४८ साली सापडले. यकृतातील हा पदार्थ आहे

जीवनसत्व B-12. हे जीवनसत्व एवढे प्रभावी आहे की, याचा रोज फक्त एक दशलक्षांश ग्रॅम. भाग घेऊन घातक रक्तक्षयावर नियंत्रण ठेवता येते. पण जीवनसत्व B-12 रोज घेणे या आजारावर कायमचा उपाय होऊ शकत नाही. वर सांगितल्या प्रमाणे जोपर्यंत दुसऱ्या प्रश्नाचे उत्तर सापडत नाही तोपर्यंत घातक रक्तक्षयावर कायमचा इलाज सापडणार नाही. पण B-12 मुळे या आजाराने ग्रस्त रुग्णांना जिवंत ठेवण्यात काहीच अडचण येत नाही.

शेवटी जीवनसत्वाबद्दल एक चमत्कारिक गोष्ट सांगावीशी वाटते. माशांच्या (Fish) अन्नलिकेत Dithiocephalus latum (या शब्दाचा उच्चार फक्त मनातल्या मनातच करावा) या नावाचा एक कृमी सापडतो. काही वेळा हा कृमी माणसाच्या आतड्यातही सापडतो. या कृमीत B-12 जीवनसत्व शोषून घेण्याची प्रचंड क्षमता असते. एखाद्या माणसाच्या आतड्यात हा कृमी शिरल्यानंतर थोड्याच दिवसात तो माणूस घातक रक्तक्षयाने गंभीरपणे आजारी पडतो. या कृमीच्या शरीरात B-12 जीवनसत्व एवढ्या मोठ्या प्रमाणात साठते की, अशा कृमीला वाळवून त्यापासून तयार केलेली पावडर घातक रक्तक्षयावर एक उत्तम उपाय म्हणून वापरता येते.

लेखक : पु.के. चितळे, जैवशास्त्राचे प्राध्यापक, निवृत्तीनंतरही सातत्याने लेखन, अनेक पुस्तके प्रकाशित व पुरस्कार प्राप्त.



हवामान बदल व शाश्वत ऊर्जा

भाग ६

वातावरणातील हरितगृह वायूंच्या प्रमाणात खूप मोठ्या प्रमाणावर कपात करणे का गरजेचे आहे, हे मी या आधी सांगितले आहे. आता ही मोठी कपात प्रत्यक्षात कशी करता येईल, याचा थोडा विचार करू या. यासाठी तीन प्रकारच्या प्रयत्नांची गरज आहे.

एक म्हणजे ऊर्जा वापराची कार्यक्षमता वाढवणे. साधारणतः आपल्या एकूण ऊर्जावापरातील एक तृतीयांश ऊर्जा इमारतींमध्ये (घरगुती आणि व्यावसायिक) वापरली जाते, एक तृतीयांश वाहतुकीसाठी वापरली जाते, आणि एक तृतीयांश कारखान्यांसाठी वापरली जाते. तिन्ही क्षेत्रांमध्ये ऊर्जा बचत करण्यासाठी भरपूर वाव आहे आणि याबरोबरच खर्चातही मोठी बचत शक्य आहे. पण तरीही आश्चर्यकारकरित्या व्यवहारात ऊर्जा बचतीचे उपाय राबवणे अवघडत जात आहे.

उदा. इमारतींचा विचार करू या. अलिकडेच दक्षिण लंडनमध्ये उभारलेल्या एका प्रकल्पात शून्य ऊर्जा इमारत व्यवहारात

शक्य आहे, हे दाखवून देण्यात आले आहे. यासाठी सुरुवातीला होणारा उभारणी खर्च साध्या इमारतीपेक्षा जास्त असतो, पण दैनंदिन खर्च मात्र खूपच कमी असतो, पण तरीही ब्रिटनमध्ये चालू असलेले आणि नियोजित असलेले बहुतेक सर्व बांधकाम मात्र जुन्या पद्धतीनेच होत आहे, आणि सहज साध्य असलेली ऊर्जा अक्षय्यता गाठण्याच्या दृष्टीने त्यात खूप त्रुटी आहेत. उदा. कंबाईंड हीट अँड पॉवर तंत्रज्ञानाचा (चौकट पहा) व्यापक प्रमाणावर अवलंब का केला जात नाही ?

वाहतूक क्षेत्रातही मोठ्या प्रमाणावर ऊर्जा बचत शक्य आहे. कारखान्यांमध्ये ऊर्जाबचत करणारी विविध यंत्रे अलिकडेच वापरली जाऊ लागली आहेत. जगातील सर्वात मोठ्या उत्पादक कंपन्यांपैकी अकरा कंपन्यांनी योजलेल्या ऊर्जा बचतीच्या विविध उपायांमुळे आतापर्यंत अब्जावधी डॉलर्स वाचवले आहेत.

दुसरा पर्याय म्हणजे खनिज इंधनांना उपलब्ध असलेले पर्याय वापरणे. उदा. जैव

ऊर्जा (कचऱ्याचाही यात समावेश होतो.) सौर ऊर्जा (सौरघट आणि सौरतापक), जल ऊर्जा, पवन ऊर्जा, सागरी लाटांची तसेच भरती ओहोटीची ऊर्जा, आणि भूगर्भातील ऊर्जा.

तिसरा पर्याय म्हणजे एरवी वातावरणात सोडला जाणारा कार्बन बांधून ठेवण्याच्या वेगवेगळ्या शक्यतांचा अवलंब करणे. यामध्ये जंगलांचे क्षेत्र वाढवण्यापासून ते रिकाम्या खनिज तेलाच्या आणि वायूच्या विहिरींमध्ये पंप करून कार्बनचा साठा करणे अशा अनेक उपायांचा समावेश होतो.

या सर्वच पर्यायांमध्ये नवीन संशोधन, विकास आणि गुंतवणुकीला भरपूर वाव आहे.

अर्थात कागदावरती उपाय मांडून दाखवणे खूप सोपे आहे. पण हे उपाय राबवायचे कसे, हे सांगणे तितकेच अवघड आहे. अशा कोणत्याही चर्चेत नेहमी विचारला जाणारा प्रश्न म्हणजे सर्वात चांगले उपाय कोणते. पण या समस्येला कोणतेही एकच प्रमाण उत्तर नाही, आणि कोणतेही एक पर्यायी तंत्रज्ञान सर्वोत्तम म्हणता येईल, अशी परिस्थिती नाही. तसेच वेगवेगळ्या देशांत आणि प्रदेशात वेगवेगळे पर्याय योग्य ठरू शकतात.

पण यामुळे काही वेळा फार बाळबोध भाष्ये केली जातात. उदा. 'सगळं काही

बाजारपेठेवर सोडून द्या.' किंवा 'तंत्रज्ञान आणि केवळ तंत्रज्ञानच.' बाजारपेठ आणि तंत्रज्ञान या दोन्ही गोष्टी आवश्यक आहेत. पण ही अतिशय कार्यक्षम अशी केवळ साधने आहेत, त्यांच्या आधीन होता उपयोगाचे नाही. या समस्येचे उत्तर फार काळजीपूर्वक आणि सर्वासमावेशक पद्धतीने शोधायला हवं आहे. यासाठी दूरदृष्टीची गरज आहे.

मला हे एखाद्या प्रवासासारखे वाटते. ज्या होडीतून आपण हा प्रवास करणार आहोत, त्याचे इंजिन म्हणजे तंत्रज्ञान आहे, तर इंजिनामुळे बोटीला पुढे ढकलणारा प्रोपेलर म्हणजे बाजारपेठ आहे, असे म्हणायला हरकत नाही पण आपली बोट कुठं निघाली आहे ? ही बोट कुठे जाणार आहे, हे ठरवण्यासाठी तिला सुकाणू आणि सुकाणूधारकाची आवश्यकता आहे. कोणत्याही प्रवासाला एक ध्येय आणि ध्येयाकडे जाण्यासाठीची निश्चित योजना असावी लागते. आपल्या या प्रवासासाठी ध्येय गाठण्याची योजना कशी असेल ?

सर जॉन हॉटन यांची योजना पाहू या पुढच्या लेखात.

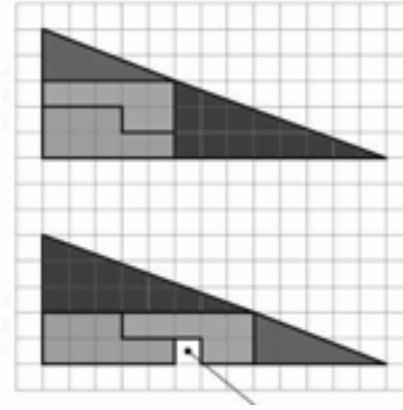
लेखक : सर जॉन हॉटन

अनुवाद : प्रियदर्शिनी कर्वे, समुचित एनव्हायरोटेक प्रा.लि. या संस्थेच्या संचालक.

कंबाईंड हीट अँड पॉवर (सीएचपी) तंत्रज्ञान म्हणजे काय ?

अगदी सोप्या भाषेत सांगायचं तर वीज तयार करत असताना जी उष्णता तयार होते, तिचाही वापर करण्याचं तंत्रज्ञान. यामध्ये प्रत्येक इमारतीमध्ये किंवा इमारतीच्या समूहामध्ये आवश्यकतेनुसार वीज आणि उष्णता एकत्रित-रित्या निर्माण केली जाते. यासाठी गॅस टर्बाइन किंवा स्टीम टर्बाइन किंवा वीजनिर्मितीच्या इतर कोणत्याही तंत्राचा वापर केला जातो, आणि या प्रक्रियेत तयार होणारी उष्णता गोळा करून इमारतीतील उष्णतेची गरज भागवण्यासाठी वापरली जाते. प्रत्येक ठिकाणी त्या त्या ठिकाणाच्या आवश्यकतेनुसार ऊर्जा निर्मिती होत असल्यामुळे वीजेच्या पारेषणामध्ये वाया जाणारी ऊर्जा वाचते. पारंपरिक विद्युत निर्मिती केंद्रात तयार होणारी उष्णता न वापरता सोडून दिली जाते. त्यामुळे या केंद्रांची ऊर्जानिर्मितीची कार्यक्षमता साधारण ४० ते ५० टक्के इतकीच असते. सीएचपी प्रणालीत तयार होणारी वीज आणि उष्णता दोन्ही वापरली जात असल्यामुळे या प्रणालीची ऊर्जानिर्मितीची कार्यक्षमता ७० टक्क्यांपेक्षाही जास्त असू शकते. ग्रेट ब्रिटनमध्ये मोठ्या प्रमाणावर या तंत्रज्ञानाचा प्रचार केला जात आहे. या आणि अशा तंत्रांचा वापर करून एखादी इमारत पूर्णपणे ऊर्जा स्वयंपूर्ण बनवता येऊ शकते. अशा इमारतीलाच शून्य ऊर्जा इमारत - म्हणजे बाहेरून कोणतीही ऊर्जा घ्यावी न लागणारी इमारत - म्हणतात.

आपल्याकडे साखर कारखान्यांद्वारे वापरले जाणारे कोजनरेशन तंत्रज्ञान म्हणजे सीएचपी तंत्रज्ञानाची पुढची आवृत्ती प्रकार म्हणता येईल. या ठिकाणी ऊर्जानिर्मितीच्या यंत्रणेचा मुख्य उद्देश साखर निर्मितीसाठी लागणारी उर्जा निर्माण करणे हा असतो. पण यात इंधन म्हणून ज्याचा वापर केला जातो, ते बगॅस म्हणजे दुसरे तिसरे काही नाही तर साखरेसाठी ऊस पिळल्यावर उरणारे चिपाड असते. साखरनिर्मितीसाठी लागणारी ऊर्जा निर्माण करण्यासाठी जाळल्यावरही बरेच बगॅस शिल्लक उरते. याच बगॅसचा वापर करून अतिरिक्त वाफ निर्माण करून वाफेच्या इंजिनाच्या मदतीने अतिरिक्त वीजही तयार करता येते.



संदर्भकडे '६४ = ६५' म्हणायची पाळी यावी असे एक कोडे पाठविले होते. संदर्भमध्ये कोडे प्रसिद्ध झाल्यानंतर आलेला प्रतिसाद पान ४ वर आहे. ते कोडे सोलापुरातील काही मित्रांनाही दाखविले होते. त्यांतील मोजक्या प्रतिक्रिया खूप बोलक्या आहेत :

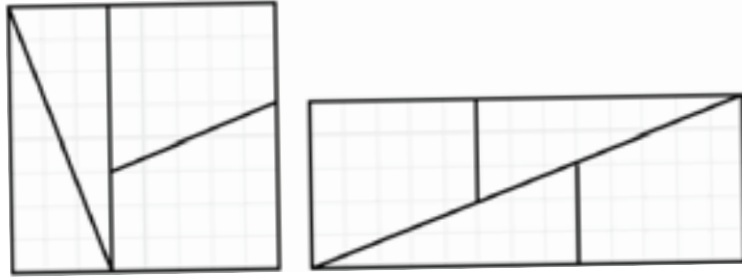
- ही भानगड गणितातली दिसतीय. माझे शाळेतले शिक्षक तर नेहमीच माझ्याकडे बोट दाखवून म्हणायचे 'हे गणित याला कळालं, तर ते सगळ्या वर्गाला कळेल !'
- असं कसं होतंय रे ? काय तरी गडबड केलीयस तू. सांग ना ? मला नाही कळत.
- गणिताच्या प्राध्यापकाचे घर बांधायचे काम माझ्याकडे आले, तर घरावर या आकृतीचे भले मोठे, जाडी असणारे रंगीत चित्र तयार करून बसवायला

जिगसॉ पझल उत्तराचे रस्ते अनेक

लेखक : प्रकाश बुरटे

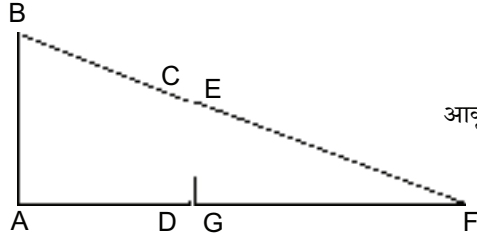
सुचवेन. घराकडे लांबून पहाणाऱ्यांना घरमालक आणि गणित यांच्यातील नात्याचा साक्षात्कार होईल.

- मला ६४=६५ हे जिगसॉ पझल सुटले नाही. परंतु एक चूक लक्षात आली. या कोड्यात सुरुवातीला दोन आकृत्या दिल्या आहेत. पण त्याखाली दुसरे उदाहरण म्हणून प्रत्येकी चार आकारांचे मिळून बनलेले दोन काटकोन त्रिकोण दिले आहेत. त्यातील वरच्या काटकोन त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ ६५ नसून ६५/२ चौरस एकक आहे, तर खालच्या काटकोन त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ (६५/२ - १) एवढे आहे. दोन्ही क्षेत्रफळांना २ ने गुणले तर ६५ = ६३ असे उत्तर येते.
- माझा एक मित्र आहे. गणिताचे आणि बुद्धिबळाचे वेडच आहे त्याला. दुकानाच्या गल्ल्यावर बसल्या बसल्या



आकृती - १

आकृती - २



आकृती - ३

आयआयटी एन्ट्रन्स, सीईटी, मॅथेमॅटिक्स ऑलिंपियाड मधील नाना प्रकारची कठीण गणिते सोडवून देत असतो. गणिताचे प्राध्यापक अडलेली गणितं त्याला विचारतात. मी पण त्याला हे कोडे सांगितले. त्यानं ते पूर्वीच सोडवले होतं. लगेच मला उत्तर सांगितलं.

- इंटरनेटवर काही गुगल सर्च दिले. उत्तर मिळाले. सांगू ?
- मी खूप विचार केला. कागदावर पुढील आकृत्यांतील भाग स्वतंत्रपणे काढून पाहिले. भूमितीमधील त्रिकोणाशी संबंधित सगळ्या प्रमेयांची उजळणी केली. पण नाही बुवा सुटत.
- आकृती एक मधील काटकोन त्रिकोण आणि चौकोन वेगळे केले. त्यांची

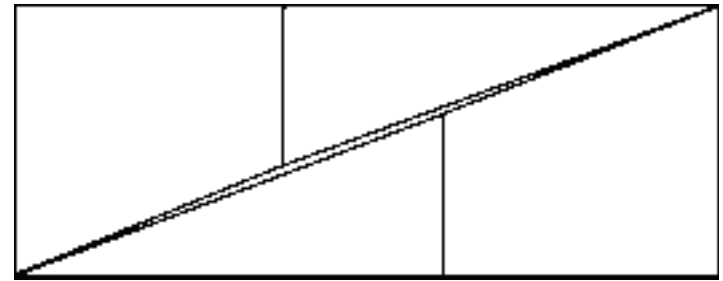
पुढीलप्रमाणे मांडणी केली. आणि मग वाटले की CD आणि EG या रेषाखंडांची लांबी ३ एकक असल्याने ते एकमेकांना व्यवस्थित चिकटतील. परंतु BC आणि EF या रेषाखंडांचा उतार समान असेल का ? थोडे गणित केले. AB आणि CD या रेषाखंडांच्या लांबीतील फरकाला AD या रेषाखंडांच्या लांबीने भागल्यास BC रेषाखंडांचा उतार मिळेल. तो $(८-५)/५$ म्हणजे ०.६ आहे. EF रेषाखंडांचा उतार मात्र EG आणि GF या रेषाखंडांच्या लांबीच्या गुणोत्तराएवढा असेल. त्याची किंमत झाली $५/८$, म्हणजेच ०.६२५. कोडे घालताना BC आणि EF या रेषाखंडांचा उतार समान नसून देखील तो

समान असल्याप्रमाणे आकृती-२ काढली आहे. असलीच, तर हातचलाखी तेथे आहे.

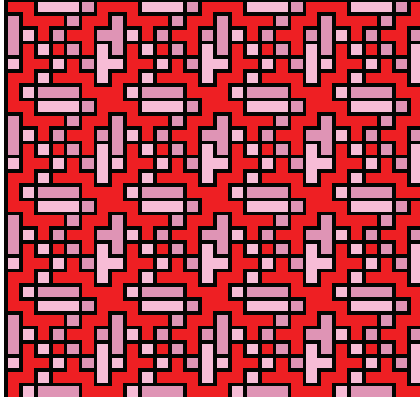
- आकृती-१ मधील दोन काटकोन त्रिकोण आणि दोन चौकोन कापले. ते वेगळे केले. आणि आकृती-२ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे ते जोडायचा प्रयत्न केला. तरी काही कळाले नाही. थोडा विचार केला. एकक मोठं केलं. पुन्हा आकृती-२ ची रचना केली. सुटलं की कोडं. आकृती मोठी करताच लक्षात आलं की १३×५ आयताचा जो 'कर्ण' दाखविला आहे ना, ती सरळ रेषाच नाही मुळी. तो एक चौकोन आहे.
- घरी संगणक आहे. त्यात कोरल ड्रॉ नावाचं एक चित्रं काढण्याचं सॉफ्टवेअर आहे. ते वापरलंच नव्हतं कधी. म्हटलं वापरून बघावं. जमेल कदाचित. दोन आखवे दिवस धडपडलो. जमलं. आता संगणकाच्या मदतीने आकृती हवी तेवढी मोठी करता येते. मोठं एकक घेतल्यावर

आकृती-२ खालीलप्रमाणे दिसते. कर्णाच्या जागी समांतरभुज चौकोन दिसतो. त्याच क्षेत्रफळ १ चौरस एकक असणार. प्रत्यक्ष गणित करून क्षेत्रफळ काढणं म्हणजे हमाली काम. ते नाही केलं. पण कोडं सुटलं.

- $६४ = ६५$ या जिगसॉ पझल मधील भाषा संभ्रमात टाकते. १, २, ३, ५, ८, १३, २१... या संख्यांच्या माळेतील (फिबोनेस्सी सिरिज) पुढची संख्या शेवटच्या दोन संख्यांच्या बेरजेएवढी असते. हे खरे आहे. परंतु माळेतील पहिल्या दोन संख्या मात्र मूळ मानलेल्या संख्या असतात. त्या कोणत्याही असू शकतात. उदाहरणार्थ ०, १ किंवा १, १. ते असो. फिबोनेस्सी हे लिओनार्दो ऑफ पिसा या इटलीमधील गृहस्थाचे टोपण नाव आहे. फिबोनेस्सी सिरिजचा उल्लेख केल्यामुळे त्या सिरिजचे काही गुणधर्म आठवले. काही परत इंटरनेटवर पाहिले. पाहता पाहता बऱ्याच मजा आढळल्या.



१ : फिबोनेस्सी संख्येप्रमाणे फरशा घालणे.



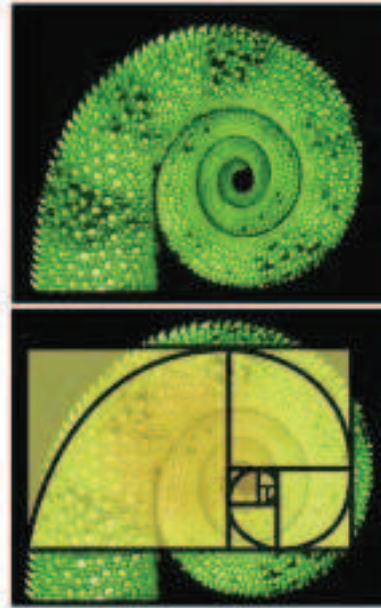
२ : फिबोनेस्सी संख्येप्रमाणे वाढणारे स्पायरल. अशी वाढ होणारे छोटे छोटे शंख तुम्ही पाहिले आहेत का कधी ?



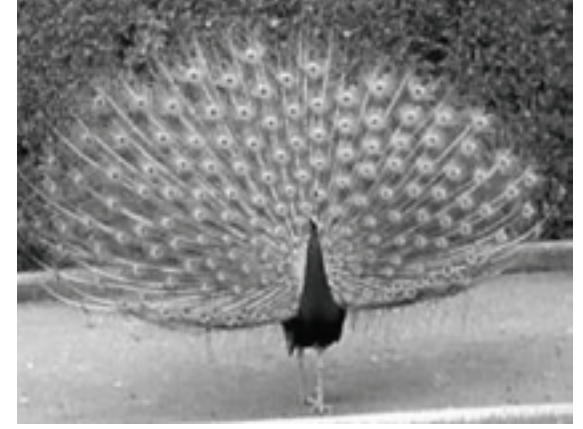
३ : सूर्यफुलांतील मधला भाग सौंदर्याऐवजी गणिताकडे लक्ष वेधेल का ?



४ : शॅमेलिऑनच्या शेपटीची गुंडाळी फिबोनेस्सी स्पायरल प्रमाणे असते.



५ : या मोराचा पिसारा गणिती मंडळींना भुरळ घालेल ?



१, २, ३, ५, ८, १३, २१... या माळेतील (फिबोनेस्सी सिरिज) संख्या जसजशा मोठ्या होतात

तसतशी लगतच्या दोन संख्यांची गुणोत्तरे ०.६१८ किंवा १.६१८ (दशम चिन्हांनंतरचे फक्त ३ अंक दिले आहेत) यांच्या जवळ पोहोचतात. यांना सुवर्ण गुणोत्तरे म्हणतात. चित्रांच्या लांबी, रुंदीचे सुवर्ण गुणोत्तर असेल, तर त्या चौकटी सौंदर्यपूर्ण असतात, अशीही एक श्रद्धा आहे. फिबोनेस्सी सिरिजबाबत खूप अंधश्रद्धा आहेत.

एका क्रमाने येणाऱ्या ३ फिबोनेस्सी संख्यांचे एक वैशिष्ट्य आहे. त्यातील मधल्या संख्येचा वर्ग आणि कडेच्या दोन्ही संख्यांचा गुणाकार यातील फरक नेहमीच अधिक किंवा उणे १ एवढाच असतो. त्याची सिद्धतादेखील वाचली.

मित्रांच्या वरील प्रतिक्रिया चहासोबत ऐकता-वाचताना मजा आली. एखादे कोडे अनेक प्रकारांनी सोडविता येते, याचे भान केवळ गणित शिक्षणासाठीच नव्हे, तर एकंदर

शिक्षणासाठी फार गरजेचे आहे. तुम्हाला बॅरोमीटरने म्हणजे (वातावरणाचा) दाबमापकयंत्राने उंच इमारतीची उंची मोजायचा किस्सा माहित असेल. नसेल, तर त्याबद्दल पुन्हा कधी तरी. या शिवाय, प्रत्येक कोड्यात एक आव्हान असते. त्या त्या क्षेत्रात रुची असणारी मंडळींची डोकी अशी कोडी खाजवू लागतात. मजेची गोष्ट म्हणजे आव्हाने अनेक प्रकारांनी पेलण्यातून विचार करण्याचे अनेक नमुने कळतात. प्रत्येक नमुना संबंधित माणसाची ओळख अधोरेखितही करतो. कोड्याच्या उत्तराइतकीच या ओळखीचीही मौज न्यारी असते. ही मौज तुमच्याही आयुष्याचा भाग बनो !

लेखक : प्रकाश बुरटे, अनेक वर्षे भाभा अणुसंशोधन केंद्रात काम. विज्ञान शिक्षणात रस. त्यासंबंधी संशोधन आणि लेखन.

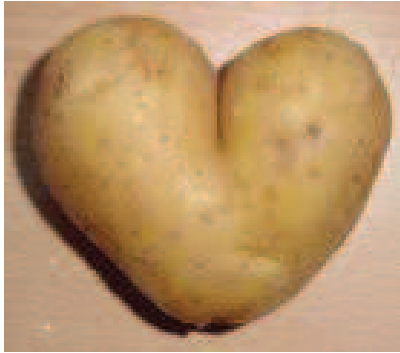
उत्परिवर्तन

लेखक : अ.चिं. इनामदार

कधी तशी बाजारात आपल्याला जोडलेली – जुळी केळी मिळतात, कधी भाजी चिबताना भोपळी मिर्चीच्या पोटात अजून एक छोटीशी मिर्ची सापडते. अशा अनेक अनियमित गोष्टी दिसतात. प्राण्यांमध्ये आणि माणसांमध्येही असे काही विचित्र बदल होतात, उत्परिवर्तनामुळे (म्युटेशनमुळे). काय असतं हे उत्परिवर्तन ?

सजीवांच्या शरीराचे एकक म्हणजे पेशी. पेशींच्या केंद्रकामध्ये डीएनए असतात. त्या डीएनए वर जनुके एका विशिष्ट ठिकाणी आणि विशिष्ट क्रमाने असतात. प्रत्येक जनुकाचे कार्य नेमून दिलेले असते. प्रत्येक

सजीवात जनुकांची जशी रचना असते त्याप्रमाणे त्याचे रंग, रूप, स्वभाव, गुणधर्म ठरतात. डीएनए वरील जनुकांच्या या रचनेत एकाएकी एखादा कायमस्वरूपी बदल झाल्यास त्याला उत्परिवर्तन असे म्हणतात.



उत्परिवर्तन (Mutation) झाले नसते तर जनुकांचे अस्तित्व लक्षात आले नसते.

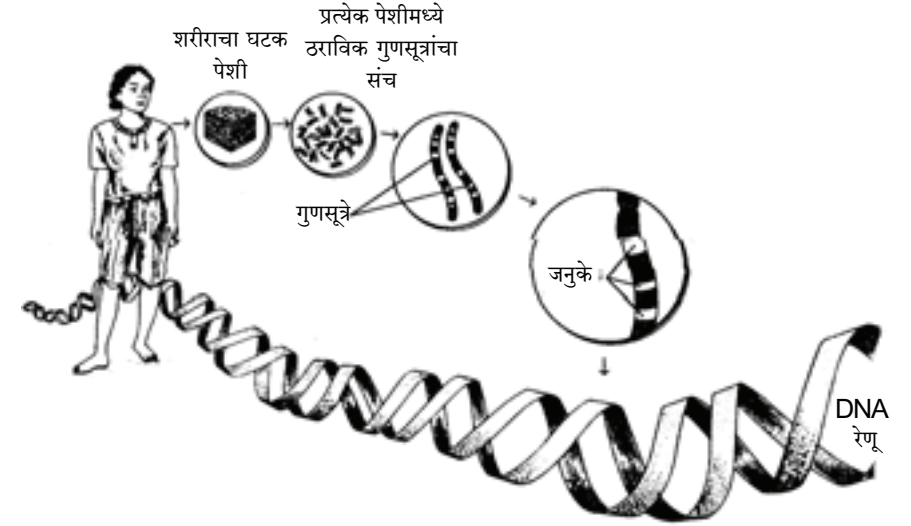
उत्परिवर्तन म्हणजे काय ?

जनुके ही अनुवंशिकतेची एकके आहेत. त्यांच्यामुळे व त्यांच्यामार्फत अनुवंशिकता संक्रमित होते हे आपणास माहित आहे. उत्परिवर्तन जनुकांशी संबंधित असल्याने आपण जनुकांच्या स्वरूपाची व कार्याची उजळणी करू.

जनुके सजीवांची भौतिक व शरीरक्रियाविषयक लक्षणे ठरवितात. पिढ्यान्पिढ्या ती संक्रमित होत राहतात. ती रंगसूत्रांवर असतात. एखाद्या सजीवात जनुकांची संख्या खूप मोठी पण रंगसूत्राची मर्यादित असते, त्यामुळे एका रंगसूत्रावर

अनेक जनुके असतात. उदा. माणसांत रंगसूत्राच्या २३ जोड्यांवर सुमारे ४०,००० जनुके असतात. (पण रंगसूत्रांची संख्या, जनुकांची संख्या व लक्षणे यांत काही गुणोत्तर किंवा संबंध असेलच असे नाही.) उदाहरणादाखल खाली काही सजीव व त्यांच्या पेशीतील (diploid) कायिक गुणसूत्रांची संख्या दिल्या आहेत.

जंत	२	उंदीर	४०
मका	२०	घरमाशी	१२
वाघ	३८	कांदा	१६
फळमाशी	८	गहू	४२
माकड	५४	माणूस	४६
कोंबडी	७८	नेचा	१२६२



प्रत्येक जनुकाचे स्थान विशिष्ट रंगसूत्रावर ठरलेल्या ठिकाणी असते. जनुके अनेक स्वरूपांत (forms) किंवा कार्यकारी अवस्थांत असतात. त्यामुळे जनुकांची किमान दोन (परिणाम दाखविणारे, dominant व सुप्त / प्रभावहीन, Recessive) व कमाल अनेक स्वरूपे असतात. जनुके रंगसूत्रावर एका रेषेत असतात व त्यांचे विभाजन तंतोतंतपणे होते. जनुके विकर व इतर प्रथिने तयार करून त्यांच्याद्वारे आपले कार्य करतात. सर्वांत महत्त्वाचे म्हणजे जनुक हा डीएनए चा भाग असतो व प्रत्येक जनुकांत एक प्रथिन किंवा त्याचा भाग (पॉलिपेप्टाइड साखळी) तयार करण्यासाठी लागणारी माहिती सांकेतिक स्वरूपात साठविलेली असते. (डीएनए चा भाग / न्यूक्लिओटाईड / नायट्रोजन बेसेस) **जनुकांचे कार्य कसे असते ?**

अनुवंशिकतेशी व सजीवांच्या लक्षणांशी जनुकांचा संबंध आहे. सजीवांची लक्षणे दोन प्रकारची : १) दृश्य म्हणजे दिसू शकणारी व २) शरीर क्रियांशी संबंधित. जनुके प्रथिने तयार करण्यासाठी आवश्यक असलेली वेगवेगळी ऱ्हायबो न्यूक्लिक अॅसिड (RNA) तयार करतात. पेशींना लागणारी विविध प्रकारची प्रथिने तयार करण्यासाठी Transcription व Translation या द्वारे मदत करतात. पुनरुत्पादनातही त्यांचा सहभाग असतो. स्वतःचे वैशिष्ट्य ती जपतात

(म्हणजे त्यांच्यात बिघाड झाला तर स्वतःत सुधारणा घडवून आणतात.) एकसारख्या तयार झालेल्या पेशीमध्ये कार्याप्रमाणे बदल (differentiation) घडवून आणतात.

जनुकांचे सिस्ट्रॉन, रेकॉन, म्यूटॉन इत्यादि भाग / घटक आहेत.

जनुकांत व रंगसूत्रांत उत्परिवर्तन होते.

जनुकांचे उत्परिवर्तन दोन पद्धतीने होते.

१. अनुवांशिकता - यामध्ये उत्परिवर्तित जनुके पालकांकडून पुढच्या पिढीत संक्रमित होतात.

२. संपादित (acquired) - हे उत्परिवर्तन त्या सजीवाच्या आयुष्यात कधीतरी एकाएकी घडून येते. उत्परिवर्तन म्हणजे रंगसूत्रातील डीएनए मध्ये एकाएकी झालेला बदल. असे बदल विशिष्ट जनुकात होतात किंवा रंगसूत्रात होतात. जेव्हा ते एका जनुकात होतात तेव्हा आधी असलेल्या न्यूक्लिओटाईड मध्ये बदल होऊन (म्हणजे नायट्रोजन बेसेसमध्ये बदल होऊन) नवीन न्यूक्लिओटाईड तयार होते, त्यामुळे या जनुकामुळे तयार होणाऱ्या अमायनो आम्लात व त्यामुळे तयार होणाऱ्या प्रथिनात बदल होतो असे उत्परिवर्तित झालेले जनुक नव्या स्वरूपात अनेक पिढ्या विभाजित होऊन उत्परिवर्तित जनुकांना जन्म देतात.

वर म्हटल्याप्रमाणे जनुकांमुळे सजीवाचे

दृश्य रूप व शरीरक्रियांचे नियंत्रण होते, त्यामुळे उत्परिवर्तनाने या दोन्हीवर परिणाम होऊन पहिल्यापेक्षा कमी किंवा अधिक फरक असलेल्या सजीवाला जन्म दिला जातो.

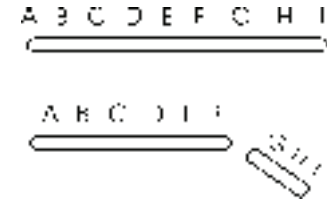
उत्परिवर्तनांबद्दल महत्त्वाचे मुद्दे

- सजीवांच्या वाढीच्या कोणत्याही अवस्थेत (बाल्य/तारुण्य इ.) ती घडून येऊ शकतात.
- कायिक (Somatic) किंवा पुनरुत्पादन करणाऱ्या (Germinal / reproductive) पेशीत ती होतात.
- निसर्गात उत्परिवर्तने नैसर्गिकरीत्या घडून येतात तसेच काही गोष्टींमुळे ती घडवून आणली जातात.
- ती उपयोगी किंवा घातक असू शकतात. सर्व सजीवांत ती होतात.
- त्यांचे प्रमाण अल्प असते.
- त्यांचे स्वरूप लहान किंवा मोठे असते.
- कित्येक वेळा उत्परिवर्तनाने बदललेल्या जनुकाचे / रंगसूत्राचे परिणाम दिसत नाहीत. फार थोड्या वेळा असे परिणाम दिसतात.
- कित्येक वेळा उत्परिवर्तन संबंधित सजीवाला प्राणघातक असते. फार कमी वेळा ते उदासीन किंवा उपकारक असते.

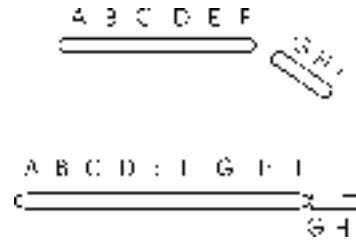
रंगसूत्रांशी संबंधित उत्परिवर्तन

रंगसूत्रांशी संबंधित उत्परिवर्तने रंगसूत्रांची संख्या बदलल्याने (वाढल्याने / कमी झाल्याने) व रंगसूत्रावरील जनुकांची संख्या बदलल्याने (वाढल्याने / कमी झाल्याने) व त्यांचा क्रम बदलल्याने होतात.

१. **कमतरता** : यात रंगसूत्राचा छोटासा भाग 'हरवतो' त्यामुळे काही जनुकांचे संक्रमण होत नाही असा भाग रंगसूत्राच्या अखेरचा किंवा अधलामधला असू शकतो. या पद्धतीच्या उत्परिवर्तनाने तयार होणारी gametes मरून जातात, त्यामुळे पुनरुत्पादन थांबते. मका व फळमाशी यात या प्रकारची उत्परिवर्तने आढळतात.



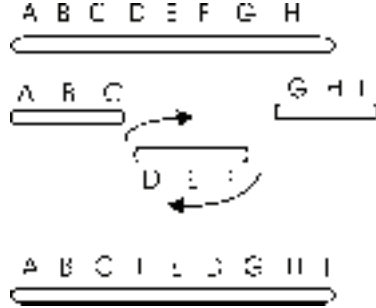
२. **द्विरुक्ती** : एका रंगसूत्राचा छोटा तुकडा योगायोगाने दुसऱ्या रंगसूत्रास चिकटल्यास अशा तुकड्यावर असलेल्या जनुकांची द्विरुक्ती होते.



३. स्थानांतर (Translocation) एका रंगसूत्रावरील काही जनुकांचे दुसऱ्या रंगसूत्रावर स्थानांतर होणे.



४. जनुकीय क्रमात बदल. रंगसूत्राचा छोटा भाग दुसऱ्या रंगसूत्राला उलट्या क्रमाने जोडला जाणे.



५. रंगसूत्रांच्या संख्येत बदल : प्रत्येक सजीवात कायिक रंगसूत्रांची संख्या (diploid, somatic, 2n) ठराविक असते. समजा, एखाद्या सजीवाची ही संख्या १० आहे (ती सम संख्या असते) तर त्यात खालील बदल संभवतात:

- ५
- १० नेहेमीची - सामान्य संख्या
- १५, २०, ३० वगैरे
- ९ (१० - १ रंगसूत्र)
- ८ (१० - २ रंगसूत्रे)
- ११ (१० + १ रंगसूत्रे).
- १२ (१० + २ रंगसूत्र)

सजीवांच्या एकाएकी, मोठ्या स्वरूपात होणाऱ्या बदलांची डार्विन यांना कल्पना होती. बेटसन्, कोरजिन्स्की व विशेषतः ह्यूगो डेब्रीज यांनी उत्परिवर्तनाची कल्पना मांडली. मॉर्गन यांनी फळमाशी (ड्रोसोफिला) व डे ब्रीज यांनी इव्हिनिंग प्रिमरोज (इनोथेरा लामार्कि याना) या वनस्पतीशी संबंधित उत्परिवर्तनांचा प्रचंड अभ्यास केला. याची इतर उदाहरणे आपण नंतर पाहाणार आहोत.

१९२८ मध्ये कार्पेचेंको यांनी मुळा व गाजर यांच्या संकरातून 'रॅफनोब्रासिका' ही वनस्पती निर्माण केली. दोन्ही वनस्पतींमध्ये रंगसूत्रांची संख्या (2n) 18 आहे. यापासून तयार झालेल्या एका प्रकारच्या संकरामध्ये १८ रंगसूत्रे होती व ती पुनरुत्पादनास अक्षम होती. याच दोन वनस्पतींच्या संकरातून ३६ रंगसूत्रे असलेली (चतुर्गुणित) रॅफनोब्रासिका तयार होऊ शकते, ती मोठी असते. व नवी प्रजाती म्हणून ओळखली जाते.



अवयवांच्या आकारात बिघाड

गहू व राय यांच्या संकरातून Triticale (Triticosecale) हे नवीन मानवनिर्मित पीक तयार केले आहे.

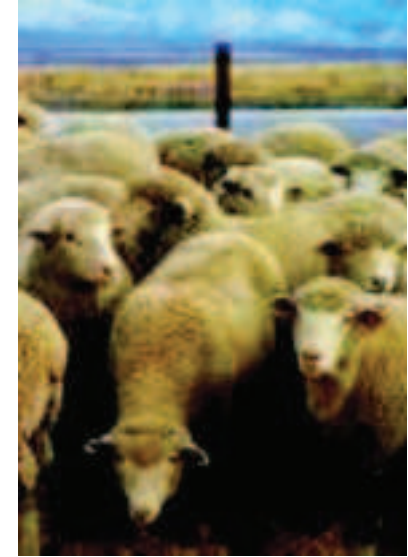
रंगसूत्रांची संख्या पटीत (उदा. 4n, 6n) अधिक असलेल्या वनस्पतींचा आकार व अवयव मोठे असतात, पर्णरंध्रे, पराग इ. मोठे असतात, फळे, बिया, फुले मोठी असतात व त्यांची वाढ अधिक जोमदार असते. मतिमंदत्वाला (2n+1) ही रंगसूत्रसंख्या कारणीभूत असते. याला मंगोलिझम / डाऊन्स सिंड्रोम म्हणतात.

जनुकांशी संबंधित उत्परिवर्तन

१८९१ मध्ये सेठ राईट यांना त्यांच्या मेंढ्यांच्या कळपात एक फार आखूड पायाचे कोकरू आढळले. हे उपयोगी उत्परिवर्तन असल्याने पिढ्यानुपिढ्या ते संकराने चालू ठेवून मेंढ्यांची नवी जात (अॅकॉन) विकसित केली. १८८९ मध्ये सामान्य जनावरांपासून शिंगे नसलेली जनावरे, केस / लव नसलेली मांजरे, कुत्रे व उंदीर ही केले गेले आहेत.



रॅफनोब्रासिका



अॅकॉन जातीच्या मेंढ्या

कधीकधी एका उत्परिवर्तनामुळे सजीवांच्या एकाहून अधिक लक्षणांत फरक पडतो. वाटाण्यात, एका उत्परिवर्तनामुळे



मंगोलिझम किंवा डाऊन्स सिन्ड्रोम

बियांचा रंग करड्याचा पांढरा होतो, व फुलांचा रंग तांबड्याचा पांढरा होतो.

कशामुळे

निसर्गात उत्परिवर्तन आपोआप घडत असतात. त्यांची कारणे माहीत नाहीत. इन्हीनिंग प्रिमरोज, मका, वानू, फळमाशी, उंदीर व माणूस यांत अशा उत्परिवर्तनांच्या

नोंदी आहेत. अतिनील किरण, क्ष किरण, गॅमा, अल्फा व बीटा किरण यामुळे उत्परिवर्तन घडविता येते. तसेच कॅफिन, मॉर्फिन, नायट्रस ऑसिड, फॉर्मलिन, एथिल इथेन सल्फोनेट, एथिल मीथेन सल्फोनेट, ५-ब्रोमोयुरॉसिल, २-अॅमिनोप्युरिन, युरेथान, मस्टर्ड गॅस, अॅक्रिडिन्स, सल्फर मस्टर्ड



रंगात बदल



शेपूट नसलेली मांजर

हायड्रॉक्सिल व अमाईन या रसायनांमुळे उत्परिवर्तने घडवून आणणे शक्य होते. कोल्चिसिन मुळे रंगसूत्रांची संख्या पटीत वाढविणे शक्य होते. अधिक तापमानामुळेही उत्परिवर्तन होते.

नैसर्गिकरीत्या उत्परिवर्तनाचे प्रमाण फार कमी असते व बहुतेक वेळा ती घातक व प्राणहारक असतात. त्यामुळे उत्परिवर्तनाचा उपयोग प्रजाती सुधारण्यासाठी केल्याची उदाहरणे थोडी आहेत. गहू (शरबती सोनोरा ही जात उत्परिवर्तनाने विकसित केली आहे) रीमी ही साळीची अधिक उत्पन्न देणारी जात, अधिक उत्पन्न देणाऱ्या बालींच्या जाती, व शोभिवंत वनस्पतींच्या काही आकर्षक जाती उत्परिवर्तनाने मिळविल्या आहेत. पेनिसिलियम बुरशीपासून पेनिसिलिनचे अधिक उत्पादन उत्परिवर्तनाने मिळविले.

वनस्पतींच्या वाढीवर परिणाम करणाऱ्या जनुकांच्या अभ्यासासाठी व उत्परिवर्तनाने

त्यांच्यात झालेल्या उत्परिवर्तित जनुकांच्या परिणामांचा अभ्यास काही वनस्पतीत (अरॅबिडॉप्सिस, मका) फार मोठ्या प्रमाणावर झाला आहे. कोणत्या जनुकांचा परिणाम वनस्पतीचे कोणते भाग (उदा. फूल, फुलाचे पुष्पकोश, पुष्पमुगुट इ. भाग, मूळ वगैरे) तयार होण्यात होतो व वनस्पतींच्या शरीरक्रियांवर कोणत्या जनुकांचा कसा परिणाम होतो. हे समजण्यासाठी उत्परिवर्तने कृत्रिमरीत्या घडवून आणून जनुकांच्या परिणामांचा / क्रियाशीलतेचा अभ्यास केला जात आहे. अरॅबिडॉप्सिस व मका यांच्यावरील या संशोधनासाठी संपूर्ण जगातले शास्त्रज्ञ सहकार्य करित आहेत.

उत्परिवर्तनाचा उत्क्रांतीच्या संदर्भात विचार आपण नंतर करणार आहोत.

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



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 गणपतीमार्गे, पुणे ४११ ०३०.

फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०

हिमयुग



आनंद

लेखक : गौतम आय् मेनन ● अनुवाद : गो.ल. लोंढे

तुम्ही आइस एज् नावाचा पिकचर पाहिला असेल ना ? पृथ्वीवर हिमयुग येते आहे – सर्व पृथ्वीवरचे प्राणी त्यामुळे भयभीत झाले आहेत आणि वाढत जाणाऱ्या बर्फाच्या प्रदेशापासून धावत सुटलेत, निवारा शोधत आहेत – असं चित्रण त्यामधे आहे.

तो पाहताना आपल्याला वाटतं की पृथ्वीवरचे हिमयुग म्हणजे फार पूर्वी कधीतरी असणारी गोष्ट. आता त्याचा काय संबंध ? किंवा अवकाश यात्रींनी पृथ्वीला भेट देण्यासारखी ही एक विज्ञान काल्पनिका.

पण हिमयुग म्हणजे एवढंच नाही तर ती एक वारंवार, नियमितपणे घडणारी गोष्ट आहे. तर मग आपल्याला ते पहायला मिळणार की काय ? आपण तर सध्या फक्त जागतिक तपमान वाढीबद्दलच ऐकतोय, काळजी करतोय. मग हे हिमयुगाचं मध्येच काय काढलं ? त्यांचा एकमेकाशी काही संबंध आहे का ? वाचू या लेखात –

खूप खूप वर्षापूर्वीची गोष्ट. तेव्हा काय व्हायचं की मागच्या वर्षीच्या हिवाळ्यातील थंडीपेक्षा या वर्षीच्या हिवाळ्यातील थंडीचा कडाका वाढायचा. तसेच उन्हाळाही दरवर्षी कमी कमी होत जायचा. तुम्हाला ही



कल्पना अशक्य वाटते ना? पण असं होतं. आता एखाद्या माणसाच्या आयुष्यभरात अशी परिस्थिती अनुभवाला येणार नाही. पण काही सलग पिढ्यांमध्ये मात्र अशी परिस्थिती जाणवणे शक्य आहे.

या परिस्थितीचे जसे फायदे आहेत तसेच तोटेही आहेत. उन्हाळ्यात उन्हाचा 'चटका' राहणार नाही. कदाचित उबदार हवामानात होणारी डासांची व माश्यांची वाढ आपोआपच थांबेल, त्यांचे प्रमाण कमी होईल. त्यामुळे उष्ण कटिबंधात राहणाऱ्या आपल्यासारख्यांना खूपच हायसे वाटेल.

परंतु हवामानात पुरेशी उष्णता नसल्याने बर्फ कमी प्रमाणात वितळेल. उत्तर भारतातील नद्या दुथडी भरून वाहणार नाहीत. व त्या नद्यांकाठचे प्रदेश सुपीक राहणार नाहीत.

जास्त उष्ण असलेले हवामान उबदार होणे, उबदार असलेले हवामान थंड होणे, थंड असलेले हवामान अति थंड होणे आणि

नंतर हळूहळू अति थंड असलेले हवामान पुन्हा उष्ण होणे या क्रमाने हवामानात नियमितपणे बदल होत असतात. म्हणून या बदलांना आवर्ती बदल असे म्हणता येईल. तपमानाची अति उष्ण अवस्था ते अति

थंड अवस्था होण्याची नियमित क्रिया (आवर्तने) पूर्वी अनेक वेळा घडली आहे. एक आवर्तन पूर्ण होण्यास लागणारा काळ हजारो वर्षांचा असू शकतो, पण काही वेळा मात्र तो फक्त काही शतकांचाच असतो.

छोटी मोठी हिमयुगे आणि संधिकाल - आपल्या पृथ्वीचे वय ४.६ अब्ज (१ अब्ज म्हणजे एकावर नऊ शून्ये) वर्षे आहे असे मानतात. तुम्हाला आश्चर्य वाटेल पण यातला बराचसा काळ हिमाचा कोठे मागमूसही नव्हता. पृथ्वी हिममुक्त होती. अगदी दोन्ही ध्रुवांवर सुद्धा कोठेच बर्फ नव्हते. त्या काळात हवेचे तपमान आजच्या हवेच्या तपमानापेक्षा खूपच जास्त होते. मधल्या मधल्या काही काळात मात्र तपमानाच्या या अवस्थेत बदल होई. दोन्ही ध्रुवांवरील खूप मोठ्या प्रदेशांवर हिमवर्षाव होऊन व त्या प्रदेशांवर बर्फाचे आच्छादन तयार होई. आज पृथ्वीवर ज्या ठिकाणी अमेरिकेचा उत्तर भाग व युरोप आहे, त्या ठिकाणीही हिमवृष्टी होत

असे.

ए ख ा द्या कालखंडात जेव्हा एखादा प्रदेश बाराही महिने हिमाच्छादित राहतो, व तेथील उन्हातही बर्फ वितळून



नाहीसा होत नाही, तेव्हा त्या काळाला हिमयुग (ग्लेशियन पिरीअड) किंवा आइसएज असे म्हणतात.

हल्ली आपण एका छोट्या हिमयुगातच वावरत आहोत. कारण ग्रीनलंड व दोन्ही ध्रुवप्रदेश हल्ली बाराही महिने हिमाच्छादित असतात. ४० कोटी वर्षापूर्वी जेव्हा अंटार्क्टिका दक्षिण ध्रुव खंड हिमव्याप्त झाले, ते बाराही महिने हिमव्याप्तच राहू लागले. त्या वेळी या हिमयुगाची सुरुवात झाली.

आतापर्यंतच्या पृथ्वीच्या इतिहासात चार मोठमोठी हिमयुगे येऊन गेली. त्या व्यतिरिक्तच्या काळात पृथ्वीवर कोठेही हिम नव्हते, अगदी ध्रुव प्रदेशांवर सुद्धा! त्यापैकी सर्वात पहिले मोठे हिमयुग २.७ ते २.३ अब्ज वर्षापूर्वी आले होते असा अंदाज आहे. त्यांचे काही ठोस पुरावे उपलब्ध झालेले आहेत. त्यापैकी जे हिमयुग ८५ कोटी वर्षापूर्वी सुरू झाले त्या हिमयुगाच्या वेळी सर्वच पृथ्वी हिमाच्छादित होती.

प्रत्येक छोट्या हिमयुगामध्ये बर्फाळ

प्रदेशातील हिमसंचय काही काळापर्यंत हिमलोप वाढतो व त्यानंतर काही काळापर्यंत कमी होतो. हिमसंचय वाढण्याची व हिमलोप

होण्याची क्रिया आवर्ती स्वरूपाची असते. हिमसंचय वाढू लागला असता चुकून दुसरे हिमयुग सुरू झाले असे म्हटले जाते. वास्तविक पाहता हिमसंचय वाढणे व हिमलोप होणे या क्रिया आलटून पालटून एकाच हिमयुगात होत असतात.

हिमयुगाच्या काळात पृथ्वीवर बहुतेक ठिकाणी हवामान कोरडे व थंड असते. पृथ्वीवरील ध्रुवाजवळचे हिमकवच सर्व बाजूंनी विस्तारत असते. हिमरेषा कमी पातळीवर येऊ लागते - म्हणजेच कमी पातळीवरचे पाणी गोठून जाऊ लागते. त्यामुळे पर्वतावरचे हिमकवच वाढते. बरेचसे पाणी या हिमकवचामध्ये गोठून राहिल्यामुळे समुद्रपातळी खाली येते. एकाच हिमयुगात हिमसंचय वाढणे व हिमलोप होणे या क्रियेचे आपण 'स्पंदन' असे वर्णन केले तर आता चालू असलेल्या हिमयुगाची १५ ते २० स्पंदने झाली आहेत. त्यात अगदी शेवटच्या स्पंदनातील मोठा हिमसंचय होण्याची क्रिया १८००० वर्षापूर्वी घडली आहे.

आता आपण आंतरहिमयुगातल्या उबदार हवामानाच्या काळात वावरत आहोत. हा काल १५,००० ते २०,००० वर्षांचा असेल. त्यानंतर पुन्हा हवामानाची थंड अवस्था सुरू होईल. गेल्या २० लाख वर्षांतील हवामानाचा मागोवा घेतल्यास आताचे उबदार हवामान ही अपवादात्मक परिस्थिती आहे हे तुमच्या लक्षात येईल. पूर्वीच्या आंतरहिमयुगांमध्ये पृथ्वीवर आजच्यापेक्षा फारच जास्त प्रमाणात हिमकवच असे. आज मात्र पृथ्वीवरील हवामान खूपच उष्ण झाले आहे.

हवामानबदलातील चक्रीयता

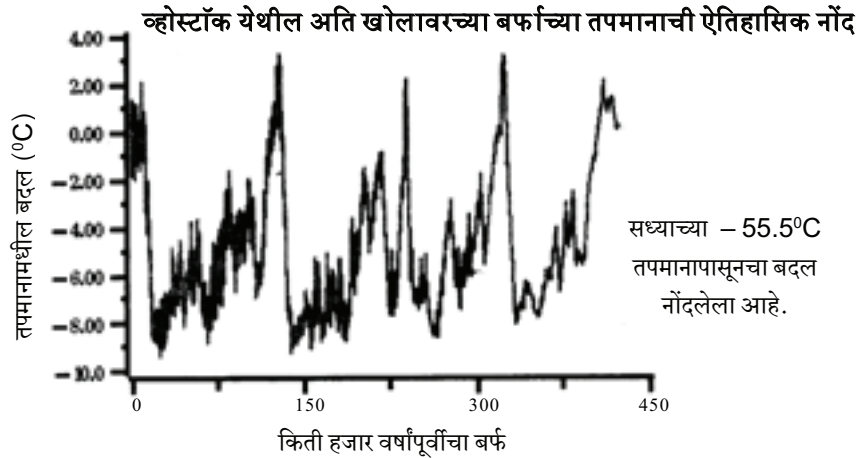
हिमसंचय वाढून हवामान थंड होणे किंवा उबदार हवामानामुळे हिमलोप होणे या आवर्ती क्रियांच्या मधला काळ साधारणपणे ४०,००० ते १,००,००० वर्षे इतका

असतो. गेल्या पाच लाख वर्षांमध्ये हवामान कसकसे बदलले याचा एक अंदाज आलेखामध्ये दिला आहे.

क्ष अक्षावर 'किती हजार वर्षापूर्वी' ही संख्या, तर य अक्षावर आजच्या पृष्ठतपमानाच्या किती वर किंवा खाली ते दाखवले आहे.

रशियातील व्होस्टॉक येथील हिमकवचाच्या अत्यंत खालच्या (म्हणजे पुरातन) थरामधील हिमाचे नमुने वापरून शास्त्रज्ञांनी त्या त्या वेळच्या तपमानाचे अंदाज केले आहेत.

आलेख काळजीपूर्वक पाहिला तर आलेखरेषा नागमोडी (आवर्ति) स्वरूपाची आहे, तसेच त्या रेषेमध्ये एक नियमितपणा आहे हे समजते. दर एकलाख वर्षांमधल्या तपमान बदलाची पद्धत ही एकसारखीच



असल्याचे आढळते. १ लाख वर्षांच्या मधल्या भागातही ही कालबद्धता दिसते. लगतची दोन हिमयुगे, आंतर हिमयुगे, हिमसंचय व हिमलोप, यामध्ये एक प्रकारची कालबद्धता आढळते. त्याबद्दल अनेक तज्ञांनी अनेक प्रकारची मते मांडली आहेत.

हिमयुगात हिमसंचय काल संपून (हिमसंचयन) हिमलोपकाल (हिमविलयन) सुरू होत असल्याने सूचक असलेला तपमानातील बदल आवर्ति पद्धतीनेच का

होत असतो हे आपण प्रथम समजावून घेऊ.

मिलुतिन मिलॅन्कोविच या सर्बियन सिव्हील इंजिनियरने (तो गणितज्ञही होता) या प्रश्नाचे समाधानकारक उत्तर शोधून काढले आहे. (त्याच्या अगोदर स्कॉटिश शास्त्रज्ञ जेम्स क्रॉल व फ्रेंच गणिती जोसेफ अँडहीमर यांनी देखील अशाच कल्पना मांडल्या होत्या.

मिलॅन्कोविचने असे सुचवले की इन्सोलेशन Incoming Solar Radiation = INSOLATION) सूर्यापासून पृथ्वीला

लाखो वर्षापूर्वीचे तपमानाचे अंदाज कसे करता येतात ?

ज्या ठिकाणी साठलेले बर्फ वितळतच नाही, अशा प्रदेशांमध्ये अत्यंत खोलवरच्या हिमथरांमधले नमुने घेतले जातात. या थरांमध्ये त्या वेळच्या हवेचे बुडबुडेही अडकलेले असतात. अनेक वर्षे या थरांमध्ये दबलेले राहिल्यामुळे इथल्या हिमकणांचे पुन्हा स्फटिकीकरण होते. हिवाळा उन्हाळा यातल्या वेगवेगळ्या तपमानामुळे त्या त्या वेळी तयार होणारे थर वेगवेगळे ओळखता येतात. अत्यंत खोलवरच्या बर्फाचे नमुने



घेतले की अगदी पुरातन काळाचा अभ्यास करता येतो. यातील घटकांचा, विशेषतः हायड्रोजन व प्राणवायूच्या समस्थानिकांचा अभ्यास करून त्या वेळच्या तपमानाचा अंदाज मिळतो.

मिळणारी उष्णता (सौरउर्जा) काही प्रमाणात बदलते त्यानुसार पृथ्वीवरचे हवामान आणि तपमान ठरते. लाखां वर्षांच्या कालबद्धतेने इन्सोलेशन का व कसे बदलते हे जर समजले तर हिमयुगातील आणि आंतरहिमयुगातील घडणाऱ्या नियमित तपमान बदलांची संगती लागेल.

मिलॅन्कोविचची आवर्तने - पृथ्वीचे सूर्याभोवती परिभ्रमण होत असते त्यात विशिष्ट कालबद्धता आढळते व त्यामुळे सूर्यप्रकाश पृथ्वीवर येण्याच्या बाबतीत अगदी अल्प प्रमाणात चढउतार होतात. मिलॅन्कोविचने असे सुचवले की हे चढउतारच आवर्तिक्रमाने हिमयुगे येण्यास कारणीभूत होतात. पृथ्वीच्या आसाचा कल,

कक्षेच्या विचलनातील बदल (change in eccentricity), परांचन गती (wobble) यांच्यामधील परस्पर क्रियेच्या परिणामामुळेच मिलॅन्कोविच आवर्तने होत असतात.

समजा सूर्याभोवती फिरण्याची पृथ्वीची कक्षा बदलली तर त्याचा परिणाम पृथ्वीवर पडणाऱ्या सूर्यप्रकाशावर होईल. पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यातील अंतर इतक्या सावकाश वाढत आहे, की त्याचा परिणाम दोन्ही ध्रुवांवर व्हायला बरीच वर्षे लागतील.

पृथ्वीवर वर्षानुवर्षे किंचित कमी सूर्यप्रकाश पोचला, तर फार काय होणार असे वाटेल. मात्र त्याचा सर्वात जास्त परिणाम हिमनद्या आणि गोठलेल्या समुद्राखालचे बर्फाचे थर यावर होतो.

वामनावतार

परमेश्वरानी मानव रूप घेण्याच्या ज्या पुराणकथा आहेत त्यातली ही कथा. पृथ्वीवर बळीराजा राज्य करत होता. तो दानशूर आणि पुण्यवान असल्याने त्याला स्वर्गाचं राज्य मिळण्याची शक्यता उत्पन्न झाली. मग देवांना काळजी पडली. आता आपलं राज्य कसं वाचवायचं ? बळीचं दानशूरपणाचं ब्रीद लक्षात घेऊन विष्णूने उपाय काढला - वामन नावाच्या बटूचं रूप घेऊन तो बळीकडे गेला. तुम्हाला काय हवं असं विचारल्यावर त्याने 'तीन पावलं जमीन' मागितली. बळीने दानाचा संकल्प सोडल्यावर वामनाने भव्य रूप धारण करत दोन पावलात सगळी पृथ्वी व्यापली. तिसरं पाऊल उचलून तो बळीला म्हणाला 'कुठे ठेवू ?' बळीने स्वतःचे मस्तक पुढे केले. त्याबरोबर वामनाने त्याला पावलाने पाताळात गाडले. मुळामध्ये छोट्याशा बटूच्या अवतारात असलेल्या वामनाने पुढे सर्व पृथ्वी व्यापली.

वामनवतार (Feedback)

अस्तित्वात असलेल्या एकूण बर्फापैकी जर प्रत्येक वर्षी उन्हाळ्यात थोडासाच बर्फ कमी वितळला (प्रत्येक वर्षी थंडी वाढत गेली म्हणून) तर बर्फाळ प्रदेशावर व ध्रुवांवर अगोदरच साठलेल्या बर्फात भर पडत जाईल. ध्रुवांवरच्या हिमनद्यांमधल्या विस्तीर्ण बर्फाळ प्रदेशावरून सूर्य प्रकाशाचे परावर्तन मोठ्या प्रमाणात होते व त्यामुळे वातावरणात येणारी उष्णता कमी होते. याचा अर्थ सर्व परिसर हळूहळू बर्फमय होतो. हे वामनावतार कल्पनेचे उदाहरण आहे. एखाद्या घटनेच्या परिणामाचे स्वरूप सुरुवातीला लहान असणे आणि कालांतराने महाकाय त्याने रूपधारण करणे या कल्पनेला 'वामनावतार'च म्हणावे लागेल.

जेव्हा उन्हाळा तुलनेने थंड असतो (म्हणजे पृथ्वीची कक्षा आणि सूर्य यातील अंतर जास्तीत जास्त असते) तेव्हा गेल्या वर्षीपर्यंत साठलेला बर्फ वितळणे कमी कमी होते.

ही क्रिया शतकानुशतके होत राहिली तर हिमकवचाची व्याप्ती आणि जाडी वाढते. दर ४१००० वर्षांनी बदलणारा पृथ्वीचा आसाचा कल (tilt) दर २२००० वर्षांनी बदलणारी परांचन गती (precession) आणि दर १००,००० वर्षांनी होणारा पृथ्वीच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या कक्षेच्या वक्रतेमध्ये

(eccentricity) होणारा बदल, नियमितपणे चक्रीय पद्धतीने होत असतात. या सर्व बदलांचा एकत्रित परिणाम उन्हाळ्याच्या व हिवाळ्याच्या तीव्रतेवर होतो; त्यामुळेच हिमयुगाचे विकसन किंवा विलयन होत राहते.

आणखी काही शक्यता

काही शास्त्रज्ञांचे म्हणणे आहे की तपमान-बदलाची कारणे फक्त एवढ्यावरच संपत नाहीत. इन्सोलेशन (Incoming Solar Radiation) मध्ये झालेल्या बदलामुळे हजारो वर्षांनंतर तपमानात बदल होतात हे मिलॅन्कोविचचे म्हणणे त्यांना मान्य आहे. तरीपण तपमान बदलासाठी आणखी काही कारणे असू शकतील असे त्यांना वाटते.

पृथ्वीच्या भ्रमणकक्षेबद्दलची वेगळीच वस्तुस्थिती वापरून १००,००० वर्षांच्या कालबद्धतेचे वेगळे स्पष्टीकरण देता येते. पृथ्वीच्या भ्रमणकक्षेच्या पातळीमध्ये अगदी किंचित बदल होतो. तो बदल दर १००,००० वर्षांनी अगदी नियमितपणे होत असतो. त्यामुळे हा मार्ग आंतरतारकेय धुळीमधून जातो. त्यामुळे इन्सोलेशनवर परिणाम होत असेल. इन्सोलेशनचे प्रमाण कमी होऊन हिमकवचात भर पडत असेल.

हिमयुगे का होतात ?

मोठी हिमयुगे प्रदीर्घ कालपर्यंत टिकून राहतात. याचे समाधानकारक कारण काय असावे ? पृथ्वीवरील हवामानाच्या बाबतीत



दोन टोके आढळतात. त्यापैकी एक टोक म्हणजे उष्ण हवामानाचा काल. उष्ण हवामानामुळे या काळात पृथ्वीवर कोठेही बर्फ बारा महिने टिकूच शकत नाही. तर दुसरे टोक म्हणजे थंड, अति थंड हवामानाचा काल. या काळात जवळजवळ सर्वच भूभाग हिमव्याप्त असतो. या बदलत्या हवामानाच्या परिस्थितीला अनेक घटना कारणीभूत होतात.

१. वातावरणाच्या (हवेच्या) घटनेत होणारे नैसर्गिक बदल (कर्बद्विप्रणिल वायू, मिथेन वायू, इतर विविध वायूंचे प्रमाण)
२. भूकवचाच्या मोठ्या भूखंडाची हालचाल.
३. मोठमोठ्या ज्वालामुखींचे उद्रेक,
४. प्रचंड मोठ्या उल्कांची टक्कर.

भूगर्भशास्त्रज्ञांनी केलेल्या नोंदीवरून असे लक्षात येते की विषुववृत्ताकडून ध्रुवाकडे जाणाऱ्या उष्ण प्रवाहांच्या वाटेत काही भूखंडाच्या स्वाभाविक रचनेमुळे अडथळा येतो. त्यामुळे हिमकवच तयार होण्यास मदत होते ते वाढले असता त्यावरून (मिलॅकोविचच्या सिद्धांताप्रमाणे)

वातावरणातील उष्णता कमी होते. पृथ्वीवरील खंडांच्या सध्याच्या विशिष्ट भौगोलिक परिस्थितीमुळे नजीकच्या भविष्यकाळात हिमयुग चालूच राहील.

हिमालय

दुसऱ्या काही शास्त्रज्ञांना असे वाटते की चालू हिमयुगाला मुख्यतः हिमालय पर्वतराजीच कारणीभूत आहे. हिमालयाच्या पर्वतराजीमुळे पृथ्वीवरील पावसाचे एकूण प्रमाण वाढते व त्यामुळे हवेतील कर्बद्विप्रणिल वायू पावसाच्या पाण्यात विरघळून जातो.

हा मुद्दा फार महत्त्वाचा आहे, कारण कर्बद्विप्रणिल वायू हा एक हरितगृहवायू आहे. सूर्याकडून पृथ्वीकडे येणाऱ्या उष्णतेपैकी काही उष्णता, हरितगृहवायू धरून ठेवतात. पृथ्वीचा पृष्ठभाग तापवतात. त्यामुळे हवेचे तपमान काही अंशी उबदार रहाते.

मानवजात आणि हवामानातील बदल
पूर्वी म्हटल्याप्रमाणे पृथ्वीवर आता हिमलोपाचा काळ चालू आहे. या काळाला नूतनतम युग (Holocene) असे म्हणतात. शास्त्रज्ञांनी असे सूचित केले आहे की



आतापासून ५०,००० वर्षांनंतर पुढचा हिमसंचय-काल येणार आहे. तरीसुद्धा सर्व भाकिते आता फक्त एकाच घटकाभोवती केंद्रित झाली आहेत आणि तो घटक म्हणजे मानवाचे पृथ्वीवरील अस्तित्व.

आता बहुतेक सर्वच संबंधित शास्त्रज्ञांना पुरेपूर खात्री वाटत आहे की मानवकरणीमुळे तपमानात बदल घडून येतात. मानवकरणीमुळेच कर्बद्विप्रणिल वायू तसेच इतर हरितगृह वायूंचे वातावरणातील प्रमाण दिवसेंदिवस वाढत आहे.

कर्बद्विप्रणिल वायूचे उगमस्थान वनस्पती जन्य किंवा प्राणीजन्य पुरातन अवशेषांपासून तयार झालेले पेट्रोल, गॅसोलिन, कोळसा यासारखे पदार्थ कारखान्यात, वीजनिर्मिती केंद्रात किंवा वाहनात इंधन म्हणून वापरले जातात. तेव्हा त्यांच्या ज्वलनामुळे कर्बद्विप्रणिल वायू बाहेर पडतो. व पर्यावरणाची हानी होते.

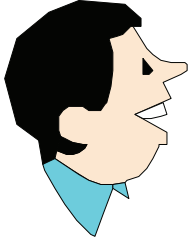
तापलेल्या पृथ्वीने वातावरणात उत्सर्जित केलेल्या उष्णतेपैकी काही उष्णता हरितगृहवायू अडवतात. त्यामुळे पृथ्वीवरील

हवेचे तपमान किंचित वाढत असे. परंतु आज मात्र परिस्थिती वेगळी झाली आहे. लाखो वर्षांपूर्वीपासून वातावरणात ज्या प्रमाणात कर्बद्विप्रणिल वायू होता त्याच्या कितीतरीपट जास्त कर्बद्विप्रणिल वायू आजच्या वातावरणात आहे.

आगामी काळात या परिस्थितीचा वातावरणावर काय परिणाम होईल ? विशेषतः हिमसंचयनाचे बाबतीत छोट्या प्रमाणात होणारे परिणाम पुढे महाकाय स्वरूप धारण करतात हे लक्षात घ्यावे लागेल. (वामनावतार).

जगातील सर्व मानवजातीशी संबंधित असा हा विषय आहे. हा विषय उचलून धरून पर्यावरणाचे संरक्षण करण्याच्या कामाला दाद म्हणून यंदाचे नोबेल शांतता पारितोषिक देण्यात आले आहे. (अल् गोर आणि आयपीसीसी : इंटर गव्हर्नमेंट पॅनेल फॉर क्लायमेटिक चेंज)

लेखक : गौतम आय् मेनन, ४ इन्स्टिट्यूट फॉर मॅथेमॅटिकल सायन्सेस, चेन्नई
अनुवाद : गो. ल. लॉडे, निवृत्त प्राचार्य



पर्फेक्ट संख्या



लेखक : किरण बर्वे

आपले मित्र वेगवेगळ्या गावाला गेले होते. फक्त आर्या आणि नेहाच उरल्या होत्या. दुपारी वेळ जाता जात नव्हता.

आर्याने नेहाला विचारले, “२ चे वैशिष्ट्य काय ? सांग बघू.”

नेहा उत्तरली, “२ ही एकमेव सम मूळ संख्या आहे.”

नेहाने विचारले, “३ चे वैशिष्ट्य सांग बघू.”

आर्या उत्तरली, “३ मूळ आहेच आणि ३ ने एखाद्या संख्येला भाग तेव्हाच जातो जेव्हा त्याच्या अंकातील बेरजेला ३ ने भाग जातो.”

अशी गाडी ६ पर्यंत आली.

जरा वेळ विचार केल्यावर आर्या उद्गारली, “अय्या, हे बघ

$$१ \times २ \times ३ = ६,$$

$१ + २ + ३ = ६$ म्हणजेच ६ च्या विभाजकांची बेरीज ६च येते.”

मग त्या अजून कोणत्या संख्येचे असे होते का बघायला लागल्या.

“८ चे विभाजक १, २, ४ बेरीज ७ म्हणजे कमी.

९ चे विभाजक १ व ३ ची बेरीज ४ म्हणजे अगदीच कमी.”

“१२चे विभाजक १, २, ३, ४, ६ बेरीज १६ जास्त.”

१३ बाद, कारण मूळ संख्यांचा विभाजक १च.

“१४ १, २, ७ बेरीज १० कमी.”

“२० चे विभाजक १, २, ४, ५, १०, बेरीज २२. थोडी जास्त.”

“२४ चे विभाजक, १, २, ३, ४, ६, ८, १२ बेरीज ३६ खूपच जास्त.”

“२५ नाही, २६ नाही, २७ नाही.”

“२८ चे विभाजक १, २, ४, ७, १४ आणि बेरीज २८.”

शाब्बास. ६ च्या जोडीला २८ मिळाला.”

इतक्यात शेखरदादा तिथे आला. तो म्हणाला, “अशा संख्यांना पर्फेक्ट संख्या म्हणतात. विभाजकांची बेरीज मूळ

संख्येएवढी.”

या पुढची पर्फेक्ट संख्या ओळीने काढायला फार वेळ लागेल.

शेखर : “आता $६ = २ \times ३ = २ \times (४-१)$. $२८ = ४ \times ७ = ४ \times (८-१)$

म्हणजेच जर $२^k - १$ ही संख्या मूळ असेल तर $२^{(k-१)} \times (२^k - १)$ ही पर्फेक्ट संख्या असू शकेल. कारण $४ = २^२$, $२ = २^{२-१}$; $८ = २^३$, $४ = २^{३-१}$, $२^४ - १ = १५$ मूळ नाही. $२^५ - १ = ३१$ मूळ आहे. मग पुढची संख्या कदाचित $२^५ \times (२^५ - १) = १६ \times ३१ = ४९६$ असू शकेल.

काढा ४९६ चे विभाजक.

$= १, २, ४, ८, १६, १ \times ३१, २ \times ३१, ४ \times ३१, ८ \times ३१$

विभाजकांची बेरीज $= १ + २ + ४ + ८ + १६ + १ \times ३१ + २ \times ३१ + ४ \times ३१ + ८ \times ३१ = ३१ + १ \times ३१ + २ \times ३१ + ४ \times ३१ + ८ \times ३१ = १६ \times ३१$

भले शाब्बास !

आपण आता एक विधान करू.

जर $२^k - १$ ही मूळ संख्या असेल तर $२^{(k-१)}(२^k - १)$ ही संख्या पर्फेक्ट असते.

$२^{(k-१)}(२^k - १)$ चे विभाजक $= १, २, २^२, २^३, \dots, २^{k-१}$

$१ \times (२^k - १), २ \times (२^k - १), \dots, २^{k-२} \times (२^k - १)$

$= १ + २ + २^२ + २^३ + \dots + २^{k-१} = २^k - १$

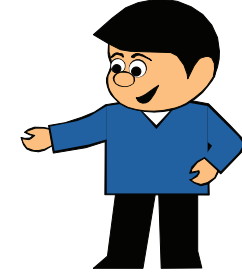
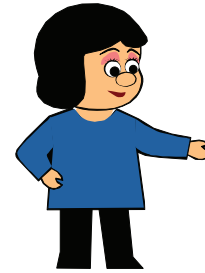
विभाजकांची बेरीज $२^k - १ + (१ + २ + \dots + २^{k-२}) \times (२^k - १)$

$= २^k - १ + (२^{k-१} - १) (२^k - १)$

$= २^{k-१} \times (२^k - १)$

पर्फेक्ट ! पर्फेक्ट !!
मात्र या संख्या लिहिणे तसे अवघडच जाते कारण त्या भराभरा वाढत जातात. तसेच विषम पर्फेक्ट संख्या असते का ? हे ही एक कोडेच आहे. दुपार कशी सरली हे कळलेच नाही, कारण ती पर्फेक्ट दुपार होती. ■

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



ताऱ्यांचे जीवनमरण

लेखक : कृ. दा. अभ्यंकर

सूर्याची व प्रमुखश्रेणीवरील इतर ताऱ्यांची पूर्वावस्था कशी होती ? त्यांची उत्तरावस्था काय होईल ? या प्रश्नांचा आता विचार करू. त्यासाठी जलद विकास पावणाऱ्या भारी, दीप्तिमान व अल्पायुषी उष्ण निळ्या ० ताऱ्यांचा आपल्याला उपयोग होतो. असे तारे कृत्तिकादि विरल तारकासमूहात सापडतात व त्यांचा आकाशगंगेतील धूलिमेघांशी निकटचा संबंध आहे असे दिसून येते. 'ओरायन अभ्रिका' व मोनोसिरॉस नक्षत्रातील 'गुलाबपुष्प (रोझेट) अभ्रिका' ही त्याची उत्तम उदाहरणे होत. त्यांच्या व इतर तत्सदृश छायाचित्रांकडे पाहिले म्हणजे आई व मुलाच्या संबंधाची आठवण होते व प्रखरप्रकाशी ऊष्ण निळे तारे धूलिमेघातच उत्पन्न झाले असावेत हे तर्कसंगत वाटते.

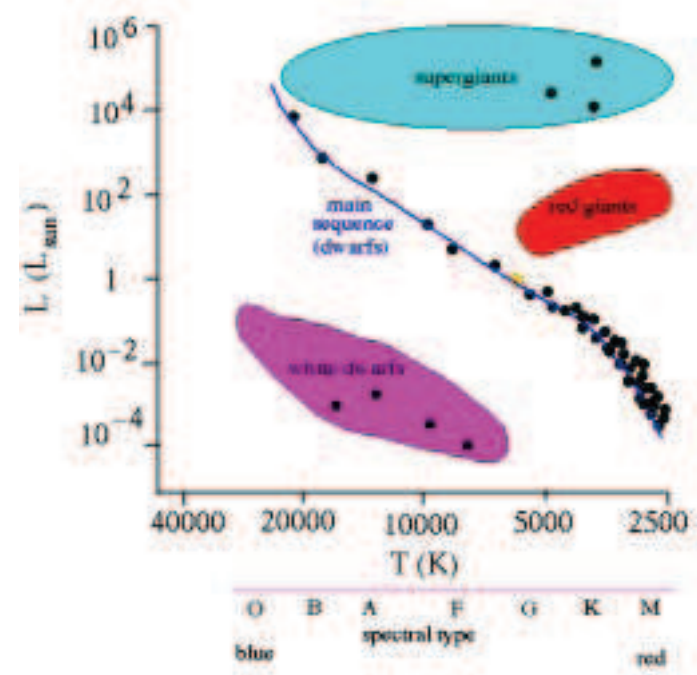
तारा उत्पन्न होण्याची घटना कशी घडते याबद्दल पुढील कल्पना आहे. धूलिमेघात साधारणपणे दर घनसेंटीमीटर मध्ये ५ ते १० हायड्रोजन अणू असतात व त्यांचे तपमान ५० ते १०० अंश केल्विनच्या आसपास

असते. अशा परिस्थितीत धूलिमेघाचे स्वगुरुत्वाकर्षणाने संघटन होण्यास त्याचे वस्तुमान १ लाख सूर्यवस्तुमानाएवढे असले पाहिजे असे जीन्स या खगोलवैज्ञानिकाला दिसून आले. अधिक घनतेच्या व कमी तपमनाच्या आणि बाहेरून उष्ण विदलित हायड्रोजनचा दाब नसलेल्या धूलिमेघांचे आकुंचन होण्यास १००० सूर्यवस्तुमान पुरे होते. अशा रीतीने आकुंचन पावणाऱ्या धूलिमेघाचेही काही कारणामुळे तुकडे होतात आणि प्रत्येक तुकडा आकुंचन पावत जाऊन त्याचा तारा तयार होतो. अशा रीतीने संपूर्ण तारकासमूहाचा जन्म होतो. तेव्हा आकुंचन हा ताऱ्यांच्या आयुष्याचा एक महत्त्वाचा भाग होय.

अशा रीतीने सर्वसाधारण ताऱ्यांच्या वस्तुमानाएवढा वायुगोल स्वतःच्या गुरुत्वाकर्षणाने आकुंचन पावू लागला म्हणजे तारा होऊ घातला असे समजावे. सुरुवातीस हा वायुगोल काळाकुट्ट असेल, अशा प्रकारचे काळे 'ग्लोब्यूल' काही छायाचित्रात

दिसून येतात. आकुंचनामुळे हेल्मोल्ट्झ व केल्विन यांनी सुचविल्याप्रमाणे गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जेचे ५० टक्के ऊष्णीय ऊर्जेत व ५० टक्के प्रारणात रूपांतर होते. प्रथम तपमान कमी असल्यामुळे त्यातून केवळ उपारूण प्रारण बाहेर पडेल. असे उपारूण प्रारणस्रोत मृग अभ्रिकेत सापडले आहेत. पुढे आकुंचन पावत त्याचे पृष्ठतपमान ३००००च्या आसपास झाले म्हणजे तोच वायुगोल वर्णपटाच्या दृश्य भागात चमकू लागतो. हाच ताऱ्याचा जन्म म्हणता येईल. जन्मानंतरही

ताऱ्याचे आकुंचन चालू राहून सर्वांगीण तपमान वाढत जाते व केंद्रभागी तपमान १ कोटी झाले म्हणजे तेथे हायड्रोजनचे हीलियम मध्ये रूपांतर करणाऱ्या अणुगर्भीय प्रक्रिया सुरू होतात. हा नवा ऊर्जास्रोत प्रज्वलित झाल्यावर चमकत राहण्यासाठी ताऱ्याला गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जेची गरज लागत नाही. त्यामुळे आकुंचन थांबून ताऱ्याचे दीप्तिमान व पृष्ठतपमान स्थिर होते. अशा रीतीने बालपण संपून तारा प्रौढावस्थेमध्ये पदार्पण करतो. सूर्य व इतर सर्व प्रमुखश्रेणीवरील तारे



दीप्तिमान पृष्ठतपमान आलेख



एनजीसी २२६४

प्रौढावस्थेत आहेत. केंद्राजवळील हायड्रोजनचे इंधन संपेपर्यंत यांची प्रौढावस्था कायम राहिल.

ताऱ्याची प्रमुखश्रेणीवरील आयुर्मर्यादा किती असते ते आपण अगोदरच पाहिले आहे. ते आयुमान जसे वस्तुमानाच्या विषम प्रमाणात असते तसाच आकुंचनाचा बाल्यकाळही अधिक वस्तुमानाच्या ताऱ्यांच्या बाबतीत कमी असतो. हा आकुंचनकाळही अंक ५० मधील लेखात दिला आहे. तो प्रमुख श्रेणीवरील काळाच्या मानाने एक हजारांश असतो. म्हणून बहुतेक तारे आपल्याला प्रमुखश्रेणीवर सापडतात. आकुंचन पावत असलेले तारे आपल्याला फार कमी पहायला मिळतात. उदाहरणार्थ NGC 2264 या तारकासमूहाच्या HR-

आलेखाकडे पाहिल्यास त्यातील अधिक वस्तुमानाचे तारे आकुंचन पावून प्रमुखश्रेणीवर पोचलेले दिसतात. परंतु कमी वस्तुमानाच्या ताऱ्यांचे आकुंचन चालू असून ते अजून प्रमुखश्रेणीवर आले नाहीत असे दिसते. या अत्यंत तरुण तारकासमूहाचे वयोमान केवळ १० लाख वर्षे आहे असे आकुंचनाच्या गणिताने समजले आहे.

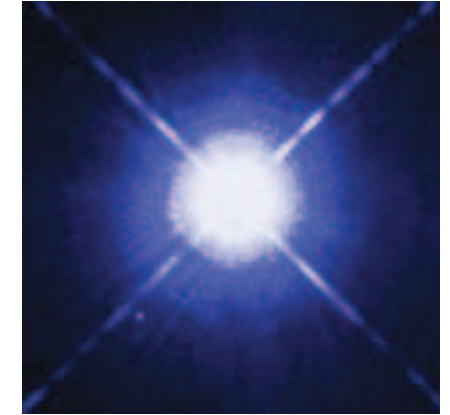
ताऱ्यांचे वृद्धत्व व अतिउत्क्रांत अवस्था

ताऱ्याच्या केंद्रभागी अणुगर्भीय प्रक्रिया सुरू होऊन त्याचे आकुंचन थांबले म्हणजे तारा प्रमुखश्रेणीवर येतो व त्याला दीर्घकालीन समतोलावस्था प्राप्त होते, कारण त्यात एक प्रकारची झडप चालू होते. त्यामुळे त्याचे ऊर्जातपादनाचे इंजिन संथपणे काम करत राहते, व ताऱ्याचे दीप्तिमान स्थिर राहते. काही कारणामुळे केंद्रतपमान थोडे वाढले तर अधिक ऊर्जा उत्पन्न होईल व ती बाहेर पडू शकत नसल्यामुळे ताऱ्याचे थोडे प्रसरण होईल. प्रसरणामुळे तपमान कमी होऊन ऊर्जातपत्ति दीप्तिमानाच्या बरोबर होईल. केंद्रतपमान फार कमी झाले तर ताऱ्याचे थोडे आकुंचन होऊन तपमान परत वाढेल. अशा रीतीने ही भौतिकी नियमांची झडप काम करत राहून ताऱ्याला प्रमुखश्रेणीवर दीर्घकाळ स्थिर ठेवते.

आता प्रमुखश्रेणीची अवस्था कधी व का संपते हा प्रश्न पुढे येतो. त्याचे उत्तर चंद्रशेखर व शोनबर्ग यांनी दिले आहे. अणुगर्भीय प्रक्रियांना उच्च तपमान लागत असल्यामुळे त्या ताऱ्याच्या केंद्रभागीच होऊ शकतात. तेथे हायड्रोजनच्या जागी हीलियमचे प्रमाण वाढत जाते. काही काळानंतर संपूर्ण हायड्रोजन रूपांतरित झाल्यावर एक हीलियमयुक्त गर्भ तयार होतो. मग अणुगर्भीय प्रक्रिया या गर्भाच्या बाहेर चालू राहतात व हीलियम गर्भ ऊष्णतावाहक असल्यामुळे त्याचे तपमान सर्वदूर एकसारखेच राहते. हा गाभा किती वाढत जाऊ शकतो याचे गणित केल्यावर असे दिसून आले की त्याचे वस्तुमान ताऱ्याच्या १० टक्के होईपर्यंतच तो वाढू शकतो. त्यानंतर ताऱ्याचे संतुलन बिघडून ताऱ्याच्या रचनेत आमूलाग्र बदल होतो. तो असा की हीलियम गर्भ आकुंचन पावू लागतो व बाह्यभाग प्रसरण पावतो. परिणामः ताऱ्याची त्रिज्या वाढून त्याचे पृष्ठतपमान कमी होते व तारा महातारा व महत्तम तारा बनतो. हीच ताऱ्याच्या वृद्धावस्थेची सुरवात होय. आपला सूर्य महातारा होण्यास अजून ५ अब्ज वर्षांचा अवकाश आहे. त्यावेळी त्याचे दीप्तिमान वाढल्याने पृथ्वीवरील सर्व जीवसृष्टी नष्ट होईल एवढेच नव्हे तर सूर्य इतका फुगेल की पृथ्वीच त्याच्या पोटात गडप होईल. यालाच आपण

कल्पांत म्हणू शकतो.

महाताऱ्यांच्या क्षेत्रात पदार्पण केल्यावर ताऱ्याचा हीलियम-गर्भ आकुंचन पावत जातो व त्याचे केंद्रतपमान वाढते. ते २० कोटी झाले म्हणजे तेथे दुसऱ्याच प्रकारच्या अणुगर्भीय प्रक्रिया सुरू होतात. प्रथम तीन हीलियम एकत्र येऊन $3\text{He} \rightarrow \text{C}$ याप्रमाणे कार्बन अणू तयार होतात. नंतर $\text{C} + \text{He} = \text{O}$, $\text{O} + \text{He} = \text{Ne}$ इत्यादि प्रक्रियाद्वारा एकाहून एक भारी अणू तयार होत जातात व प्रत्येक प्रक्रियेने काही ऊर्जा उत्पन्न होते. या सर्व प्रक्रिया जलदगतीने होत असल्याने तारा पूर्णपणे समस्थितीत राहू शकत नाही. प्रथम त्याचे स्पंदन होते. त्यानंतर पदार्थ बाहेर फेकणाऱ्या 'वुल्फ राये' रूपात तारा आढळतो. त्याही पुढे जाऊन ताऱ्याचे पुष्कळ लहान लहान स्फोट होऊन पृष्ठभागाजवळील

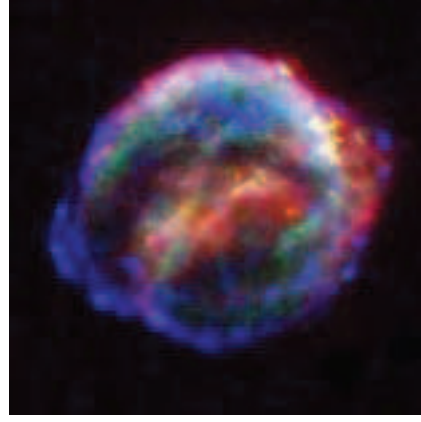


सिरिस 'बी'

भाग बाहेर फेकला जातो. हे स्फोटमान तारे काही महिने खूप अधिक प्रकाश फेकतात म्हणून त्यांचे दीप्तिमान वाढते. अशा रीतीने नव्याने त्यांचे अस्तित्व जाणवते म्हणून त्यांना 'नवतारे' ही संज्ञा मिळाली आहे. स्फोट होतो तेव्हा त्यांचे दीप्तिमान महत्तम ताऱ्यांइतके मोठे होते व स्फोट शमल्यावर ते परत मंद होतात. त्यांनी बाहेर फेकलेल्या पदार्थाची कित्येकदा एक विरळ कवचरूपी अभ्रिका तयार होते. अशा अभ्रिका वलयांकित ताऱ्यांना बिंबाभ्रिका म्हणतात. पुष्कळ स्फोट झाल्यावर ताऱ्याचे बाह्य आवरण पूर्णपणे विखुरले जाते व केवळ घनातीत अवस्थेतील गाभा शिल्लक राहतो, हेच ते Sirius B सारखे लघुतम श्रेणीतील तारे होते. त्यात सर्व ऊर्जास्रोत संपुष्टात आल्याने तारा हळूहळू थंड होत जातो. थंड होत होत शेवटी तारा मुळीच चमके नासा होऊन कृष्णपिंडाच्या (ब्लॅकड्वॉर्फ) रूपात शिल्लक राहतो, हाच ताऱ्याचा मृत्यू समजावा.

ताऱ्यांचे अवशेष

अ) लघुतम तारे : आयुष्याच्या शेवटी तारे लघुतम ताऱ्यांच्या घनातीत अवस्थेत कसे पोहोचतात ते आपण आताच पाहिले. लघुतम ताऱ्यांचे वस्तुमान १.२ सूर्यवस्तुमानापेक्षा अधिक असू शकत नाही हे चंद्रशेखर, शाट्लमन या खगोलवैज्ञानिकांनी



सुपरनोव्हा

भौतिकीचे नियम लावून सैद्धान्तिक पद्धतीने सिद्ध केले आहे. दोन सूर्यवस्तुमानापर्यंतचे तारे वर वर्णन केल्याप्रमाणे पुनःपुन्हा नवतारे बनून आपला वाजवीपेक्षा अधिक पदार्थ आंतरतारकेय अवकाशात फेकून लघुतम ताऱ्याच्या अवस्थेत पोहोचू शकतात. हाच त्या ताऱ्यांचा शेवट होय.

आ) न्यूट्रॉन तारे : सूर्याच्या दोन पटीहून अधिक वस्तुमानाच्या ताऱ्यांना बाहेरचे सर्व आवरण एकदम बाहेर फेकणे भाग पडते. ते कसे शक्य होते ते पाहू. या भारी ताऱ्यांचा गाभा एकसारखा आकुंचन पावून केंद्रतपमान दोन अब्जपर्यंत वाढले म्हणजे तेथे अणुगर्भीय समतोल-प्रक्रिया चालू होतात. त्यात अगोदर तयार झालेल्या ऑक्सिजन ते सिलिकन या अणूंचे अल्फाकिरण व प्रोटॉन यांच्याशी उन्मीलन होऊन लोह गटातील



क्रॅब अभ्रिका

भारी अणू उत्पन्न होतात. आणि पुढे त्यांच्यावर न्यूट्रॉनचा मारा होऊन यूरॅनियम ते कॅलिफोर्नियम पर्यंतचे अतिभारी अणू तयार होतात. या सर्व प्रक्रिया इतक्या तीव्र गतीने चालतात व त्यामुळे इतकी जलद ऊर्जा निर्मिती होते की शेवटी प्रचंड स्फोट होऊन ताऱ्याचे संपूर्ण बाह्य आवरण असमंतात फेकले जाते. हा चमत्कार आपल्याला अतिदीप्तिमान नवताऱ्याच्या (सुपरनोव्हा) रूपात दृग्गोचर होतो. त्यात ताऱ्याचे दीप्तिमान एक दोन दिवसात १० कोटी पट वाढते व तो संपूर्ण तारामंडळाइतका प्रकाश देऊ लागतो. आवरण दूर गेल्यावर तारा पुन्हा मंदप्रकाश बनतो. एवढेच नव्हे तर स्फोटाच्या प्रतिक्रियेने ताऱ्याचा गाभा इतका दाबला जातो की त्यातील प्रोटॉन व न्यूट्रॉन एकत्र होऊन न्यूट्रॉन बनतात. अशा रीतीने दहा किलोमीटर त्रिज्येचे न्यूट्रॉन तारे तयार

होतात. हा ताऱ्यांच्या मृत्यूचा व अवशेषाचा दुसरा प्रकार होय. इ.स. १०५४ मध्ये आपल्या आकाशगंगेत अशाच प्रकारचा स्फोट झाला होता. त्या सुपरनोव्हाचा अवशेष म्हणून आता आपल्याला बाह्य आवरणामुळे उत्पन्न झालेली 'क्रॅब अभ्रिका' व त्याच्या केंद्रभागी गाभ्यापासून उत्पन्न झालेला न्यूट्रॉन तारा क्रॅब पल्सारच्या रूपात आढळतो.

इ) कृष्णविवरे : २ ते ५ सूर्य-वस्तुमानाच्या ताऱ्यांचा शेवट न्यूट्रॉन ताऱ्यांच्या रूपात होतो. कारण न्यूट्रॉन ताऱ्याचे अधिकतम वस्तुमान २ सूर्यवस्तुमानाएवढेच असू शकते. ५ सूर्यवस्तुमानापेक्षा भारी ताऱ्यात स्फोट व त्याची प्रतिक्रिया इतकी तीव्र असते की गाभ्याच्या आकुंचनाला सीमा रहात नाही. त्याला गुरुत्वीय अवपात म्हणतात. त्यामुळे ताऱ्याची त्रिज्या एकसारखी कमी होत जाऊन त्याच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्वाकर्षणजन्य प्रवेग $g = \frac{GM}{R^2}$ व मुक्तिवेग वाढत जातात. शेवटी एक क्षण असा येतो की प्रकाशकणही बाहेर पडू शकत नाहीत, कारण मुक्तिवेग प्रकाशवेगापेक्षा जास्त झालेला असतो. परिणामतः तारा 'कृष्णविवर' अवस्थेत पोहोचून दिसेनासा होतो. हा ताऱ्यांच्या मृत्यूचा तिसरा प्रकार होय. सिग्रस - X1 नावाचा क्ष-किरण स्रोत

हा एक युगुलतारा असून त्याच्या दोन घटकांपैकी एक कृष्णविवर असावे असा अंदाज आहे. अशा तारकायुग्मातून गुरुत्वलहरी (ग्रॅव्हिटेशनल वेव्ह) उत्पन्न होण्याची शक्यता असल्याने अतिसूक्ष्म संवेदनाशील उपकरणे तयार करून त्यांची नोंद घेण्याचे प्रयत्न चालू आहेत.

ई) भारी मूलतत्त्वे : ताऱ्यांचा मृत्यू झाल्यावर त्यांच्या गाभ्यांचे अवशेष लघुतम तारे, न्यूट्रॉन तारे व कृष्णविवरे यांच्या रूपात शिल्लक राहतात हे आपण वर पाहिले. परंतु ताऱ्यांच्या अवशेषाचा आणखी एक प्रकार आहे. शेवटच्या स्फोटात बाहेर फेकला गेलेला प्रदार्थ व त्यात ताऱ्याच्या केंद्रभागी अणुगर्भीय प्रक्रियांनी तयार झालेली भारी मूलतत्त्वेही ताऱ्यांचेच अवशेष होत. विश्वात भारी मूलतत्त्वे तयार करण्याची हीच एक पद्धत आहे असे हॉईल व फाऊलर या खगोलवैज्ञानिकांनी दाखवून दिले आहे. विश्वस्थितिच्या महत्स्फोट सिद्धांतात विश्वाच्या सुरुवातीस केवळ H व He ही दोनच मूलतत्त्वे तयार होतात. त्याहून भारी मूलतत्त्वे उत्पन्न होऊ शकत नाहीत. कारण हे की He- अणू इतका भरभक्कम आहे की त्यापासून Be व इतर भारी अणू तयार करता येत नाहीत. तेव्हा हीलियमपेक्षा भारी मूलतत्त्वे

मोठ्या ताऱ्यांच्या अतिउत्क्रांत अवस्थेत त्यांच्या केंद्रभागी होणाऱ्या प्रक्रियांद्वारेच उत्पन्न झाली असली पाहिजेत हे दिसून येते. याचे एक वेधप्रमाण असे की सर्वात जुन्या गोलाकार तारकासमूहात त्यांचे प्रमाण सूर्यपेक्षा १०० पटींनी कमी सापडते आणि अगदी अलीकडे उत्पन्न झालेल्या ताऱ्यांत ते सूर्याच्या दुप्पट आढळते. तेव्हा भारी मूलतत्त्वांचे प्रमाण विश्वाच्या सुरुवातीपासून हळूहळू वाढत आहे व ही मूलतत्त्वे ताऱ्यांच्या केंद्रभागात पकवून तयार केली जातात हे सिद्ध होते.

भारी मूलतत्त्वांचे अस्तित्व पृथ्वीवरील जीव व विशेषकरून मनुष्यप्राण्याच्या दृष्टीने फार महत्त्वाचे आहे, कारण त्याशिवाय त्यांची उत्पत्तीच शक्य झाली नसती. आपल्या शरीरात होणाऱ्या कित्येक रासायनिक व जैविक क्रिया भारी मूलतत्त्वांवर अवलंबून असतात. तेव्हा आपल्या शरीरातील पदार्थ पूर्वी केव्हातरी मोठ्या ताऱ्यांच्या केंद्रभागी तयार झालेला आहे हे लक्षात घेतले तर आपण ताऱ्यांपासून जन्मलो असे म्हटले पाहिजे.

लेखक : कृ.दा. अभ्यंकर, हैद्राबाद येथील खगोल भौतिक शास्त्रज्ञ आणि विज्ञानप्रचारक.

नवचित्रकलेचा प्रणेता

पॉल सेझॉ

(१८३९-१९०६)

लेखक : राम अनंत थत्ते



पॉल सेझॉ हा एक रेणिसाव्या शतकातील एक उत्तम चित्रकार. त्याचे वडील एक श्रीमंत बँकर होते. एमिल झोला हा त्यांचा मित्र.

१८३९ मध्ये त्याचे कुटुंब हे मूळचे सेसेना येथून आले. त्याची आई क्रे ओल खानदानातली व ती सेझॉंच्या श्रीमंत घराण्यात घरकाम करावयाची. सेझॉंच्या आयुष्यातील आनंदाचा क्षण म्हणजे त्याच्या वडिलांनी १८४४ मध्ये त्याच्या आईशी लग्न केले. तारुण्यात तो एमिल झोलाच्या संगतीत संपूर्ण प्रदेश फिरला. तेथेच त्याने त्याच्या

पुढील आयुष्याची गोड स्वप्ने रंगवली. एमिल झोला हा अत्यंत महत्त्वाकांक्षी लेखक होता. सेझॉंच्या आयुष्याला मिळालेली कलाटणी म्हणजे

त्याच्या वडीलांनी त्याला दिलेली रंगपेटी व रुबेन्स.

सेझॉ हा मध्यम बुद्धीचा पण अस्सल चित्रकार होता. आइक्स म्युझियमच्या प्रदर्शनात त्याला डॉईंगमध्ये दुसऱ्या क्रमांकाचे बक्षिस मिळाले अन् त्यामुळे वयाच्या २२व्या वर्षी त्याने एमिल झोलाचा कित्ता गिरवून पॅरिसचा रस्ता धरला ! आणि येथेच त्याच्या

त्रासांची सुरुवात झाली. त्याचा स्वभाव अत्यंत लाजाळू होता. त्यापासून सुटका मिळविण्यासाठी तो आपला मानसिक तोल नेहमीच घालवून बसावयाचा. मग त्रागा करताना वरिष्ठांना देखील अद्वातद्वा बोलावयास कमी करावयाचा नाही. एकदा तर कलाप्रदर्शनाच्या (सलोन) ज्युरीवर देखील रागामुळे त्याने तोंडसुख घेतले होते.

इकोलडीस बॉक्स आर्टच्या प्रवेश परिक्षेमध्ये अनुत्तीर्ण झाल्यामुळे दुसऱ्या एका आर्ट स्कूलमध्ये तो स्वतःच्या मर्जीनुसार गैरहजर राहून जाऊ लागला. लुव्रमध्ये जाऊन

पेंटिंगच्या कॉपीज् काढणे त्याने सर्वात जास्त पसंत केले. पुढील दहा वर्षे त्याच्यामध्ये काहीच प्रगती होऊ शकली नाही. त्याने पेंटिंगमध्ये स्वतःचे असे काही शोध लावले होते पण त्याबद्दलही त्याला कधी आस्था वाटली नाही. परंतु त्याने लावलेल्या शोधांमध्ये सुद्धा सातत्याने निष्फळता प्राप्त झालेली आहे. 'ज्युरी'ना तो कधीही समाधान देऊ शकला नाही. परंतु काहीका असेना चित्रकलेची प्रगती मात्र 'गोगलगायीच्या' वेगाने का होईना चाललेली होती. पॅरिसने त्याची मानखंडना केल्यामुळे



दरवर्षी तो आपल्या गावी जाऊन तेथे वडिलांच्या इस्टेटवर राहून काम करत असे. तिथे स्वतःचा 'आत्मविश्वास' वाढवून आपले नैराश्य दूर करित असे.

फ्रँकोपॅरिशियन युद्धाचे वेळी (१८७१) तो ओपन एअर पेंटिंग करण्यात तासन् तास घालवीत असे. त्याच वेळी त्याचे एका साध्या परंतु मूर्ख मुलीशी लग्न झाले. तिने तो काय आहे अथवा तो काय करतो या गोष्टीकडे कधी पाहिलेच नाही. तो पॅरिसला किंवा आपल्या मित्रांसमवेत स्केचिंगसाठी दूर वर जात असे. त्यावेळी तिने कधीही आस्था दाखविली नाही.

रेनॉजिरला मात्र सेझॉविषयी खूप मान होता अन् त्यानेच सर्वप्रथम सेझॉंच्या पेंटिंग्जचे रसग्रहण करून वाखाणणी केली. १८७४ आणि पुन्हा १८७७ मध्ये सेझॉंने या सर्व 'बंडखोर' कलाकार मित्रांबरोबर कलाप्रदर्शनांमध्ये भाग घेतला. परंतु तेथे त्याची मस्करी केली गेली अन् त्यामुळे तो खूप दुखावला गेला, आणि त्याच्या मनाने असे पक्के केले की आता आपण आपली चित्रे काही विकावयाची नाहीत. आपल्याजवळ आता काही उभारी उरली नाही असे धरून तो दक्षिणेकडे जाऊन स्वतःच्या घरच्या शेतावर जास्तीत जास्त राहू

लागला. १८८६ मध्ये त्याच्या वडिलांचे निधन झाले. त्यांची सर्व मिळकत सेझॉंच्या नावावर झाल्याने तो खूपच श्रीमंत झाला. मात्र त्यामुळे याच्या मितभाषी स्वभावात काहीही फरक पडला नाही.

१८९५ मध्ये अँब्राइस वोलाई (त्या वेळेचा कला संग्राहक व विक्रेता, यानेच नंतर पॉल सेझॉंचे चरित्र लिहिले) याने सेझॉंची पंचवीस चित्रे एकत्र करून एका छोट्या आर्ट गॅलरीमध्ये लावून त्याचे प्रदर्शन भरवले. कारण या वेळपर्यंत इंप्रेशनिझम वरील चित्रे देणगीदाखल देण्याची पण बंदी घातली

गेली होती.

स्वतः सेझॉ चित्रामध्ये असणाऱ्या मूलभूत अंतर्गत गोष्टीचा विचार करून चित्र काढणे पसंत करी. त्याच्या स्वतःच्याच शब्दात तो सांगतो “इंप्रेशनिझमला मी पूर्वीच्या दिग्गज आर्टिस्टच्या जोडीला नेऊन बसवणार आहे.” त्याच्या लँडस्केपकडे अथवा कार्डफ्लेअर्स या चित्राकडे पाहिले तर आपले लक्ष प्रकाश कुठून येतो आहे, कसा आहे याकडे न जाता त्या चित्राला असलेले वजन, घनता याकडे जाते. मोने आणि पिझारोपेक्षा सेझॉंची कला ही अतिशय सोप्या





पद्धतीची आहे. त्याची रंगांची जाण, त्याचे प्रकटीकरण हे जास्त जोरकस आहे. त्याची रंग देण्याची शैली त्याची स्वतःची आहे. त्याच्या पेंटिंगमध्ये वापरलेला ब्राऊन रंग म्हणजे दक्षिण फ्रान्समध्ये त्याच्या घराच्या आजूबाजूच्या निसर्गामध्ये असणारा ब्राऊन आहे.

एकदा पॅरिसकडे पाठ फिरवल्यानंतर सेझॉ दक्षिण फ्रान्स मधील आपल्या इस्टेटवरच राहत असे. निसर्गासमवेत बसून निसर्गाची चित्रणे करण्यातच त्याने आनंद मानला. बाकीचे गावकरी ज्या वेळी शेतीची कामे

करीत असत त्यावेळी तो चित्रे काढीत असे. याने चित्रांसाठी जीवन न घालवता जीवनाकरिता चित्रे काढली. पुष्कळ वेळा चित्रे चांगली आली नाहीत, पटली नाहीत तर तो ती आपल्या मुलाला मोझॅक कोडी किंवा कोलाज करण्यासाठी देत असे. पुष्कळ वेळा रात्र रात्र जागून काढताना त्याला खूपच वेदना होत असत. त्याच्या शरीर स्वास्थ्यावर पण खूपच परिणाम झाला. हे सर्व असले तरी शेतावरती जाऊन पेंटिंग करणे मात्र एखादे व्रत घेतल्यासारखे चालू होते.

एक दिवस वोलाड स्वतः दक्षिण

फ्रान्समधील त्याच्या घरी आला. त्याने सेझॉने काढलेल्या पेंटिंगची ३० डॉलर प्रमाणे खरेदी केली. हा प्रकार म्हणजे सेझॉने आतापर्यंत केलेल्या श्रमाची पावतीच होती.

शेवटून या शास्त्रज्ञाने लावलेल्या रंगांच्या शोधामुळे व निसर्गाने मानवाला डोळ्यांमधील शक्तीमुळे विरोधी रंगांचे ज्ञान आपोआप होते हा विचार सेझॉच्या डोक्यात सतत येत असे. पांढऱ्या रंगाची छाया ही काळी असते तर लाल रंगाची छाया ही हिरवीच असावयास हवी, पिवळ्या रंगाची जांभळी अनिळ्या रंगाची नारिंगी हे सतत डोक्यात ठेवून त्याने स्थिरचित्रे काढली.

सेझॉचे निसर्गाकडे, वस्तूंकडे अवलोकन करण्याचे शास्त्र सर्वस्वी निराळे होते. सफरचंदासारखी वस्तू म्हणजे एक लाल रंगाचा चेंडूसारखा गोळा परंतु त्याच्या दृष्टीने त्याने सफरचंदाचे पृथःकरण करून त्यात निरनिराळे रंग भरले. सफरचंदावर बाहेरून

आलेल्या प्रकाशामुळे त्यावर असलेली निळ्या रंगाची पखरण, भिंतीवरून परावर्तित झालेला पिवळसर रंग, टेबलावर असलेल्या कापडाच्या रंगाचे परावर्तन तसेच निसर्गात दिसणारे सर्व भौमितिक आकार त्यात दंडगोल, त्रिकोण, आयत, चौकोन यांची असलेली सरमिसळ. हे सर्व 'सेझॉ' ने त्याच्या दृष्टीने एकांतवासात मिळवलेले संबोधिज्ञानच !

याच सर्व विचारांनी ग्रासलेल्या सेझॉने रंगवलेली स्थिरचित्रे ही त्याची स्वतःची अशी विशिष्ट निर्मिती वाटते.

अशा या नवचित्रकलेच्या प्रणेत्याचा मृत्यू १९०० साली भर मुसळधार पावसात पेंटिंग करीत असताना तापामुळे झाला.



लेखक : राम अनंत थत्ते, शिल्पकार. अजिंठा येथील गुंफांचा विशेष अभ्यास, 'अजिंठा' हे पुस्तक अक्षरमुद्रा प्रकाशनद्वारे प्रकाशित.





द एंड्युरन्स

दक्षिण ध्रुवाकडे

लेखक : कॅरोलिन अलेक्झांडर ● छायाचित्रे : फ्रँक हर्ले

शौर्यकथा, धैर्यकथा म्हटलं की ती एखाद्या युद्धामधलीच असणाव असं झटकन गृहीत धरलं जातं. पण अंशोधन कहाण्यांमधली survival story ही धैर्यकथाच म्हणणाव ना ? टिकून राहण्याची, वाटेल त्या भयंकर प्रसंगांना तोंड देऊन पुरूत उरण्याची क्षमता हे सुद्धा एक शौर्यच ! पहिल्या महायुद्धाच्याच काळात घडून गेलेली ही कहाणी -

८ ऑगस्ट १९१४ - महायुद्ध सुरू हे जहाज बर्फाला तोंड देण्याच्या दृष्टीनेच होण्याचाच काळ. दक्षिण ध्रुवावर जाणाऱ्या बांधलेले होते. 'द इंपिरिअल ट्रान्स अंटार्क्टिक संशोधन मोहीम' इंग्लंडमधल्या प्लायमाऊथ दक्षिणेकडे जाताना जहाजाचा शेवटचा बंदरापासून सुरू झाली. मोहिमेचा नेता होता थॉंबा होता - दक्षिण जॉर्जिया - या बेटावर शॅकलटन. सर अर्नेस्ट शॅकलटन. ब्रिटिश साम्राज्याचा ताबा होता. नॉर्वेमधील मोहिमेसाठी त्यांनी 'ध्रुवाचे' नाव दिलेले मच्छिमारांची एक छोटी जमात इथे वस्ती जहाज नॉर्वेमधल्या सर्वोत्कृष्ट जहाज बांधणी करून असे. व्हेलमासे-देवमासे पकडणं हा खात्यातून घेतले. विशिष्ट सघन लाकूड त्यांचा धंदा होता. दक्षिण जॉर्जियाहून जहाज पुढे वेडेल समुद्रात शिरणार होते. त्यासाठी वापरले होते. ओक आणि ग्रीनहार्ट. दक्षिण ध्रुव प्रदेशाला वेढून असलेल्या या ग्रीनहार्ट लाकडासाठी सुतारांना हत्यारेही समुद्राची ओळख म्हणजे धोकादायक बर्फ. वेगळी वापरावी लागत. शॅकलटन घराण्याचे या अशाच जमलेल्या बर्फामधे एंड्युरन्सनं बोधवाक्य होते. By endurance we सहा आठवडे प्रवास केला. १८ जानेवारी conquer. त्यानुसार शॅकलटननी जहाजाचे १९१५. आता एका दिवसभराच्या नवीन नाव ठेवले Endurance. तीन शिडांचे प्रवासाचंच अंतर बाकी होतं. शंभरेक मैलांवर

जहाज थांबवून पुढे दक्षिण ध्रुवापर्यंतचा प्रवास जमिनीवरून, म्हणजे अर्थातच त्यावरच्या बर्फावरून करायचा होता.

एकाएकी तपमान घसरायला लागलं. समुद्राचं पाणी गोठायला लागलं.

आधीच असलेल्या मोठमोठ्या बर्फखंडांमधली जागाही भरून सगळा समुद्रच एकसंध दगडासारखा घट्ट झाला. जहाजावरच्या storekeeper च्या डायरीत त्यानं लिहिलं की चॉकलेटमधल्या



सर अर्नेस्ट शॉकलटन

काजूबदामासारखं आमचं जहाज समुद्रात गोठून अडकलंय.

शॉकलटन ध्रुवप्रदेशातला प्रसिद्ध संशोधक होता. १९०१ मध्ये कॅप्टन रॉबर्ट फाल्कन स्कॉट यांच्या दक्षिण

ध्रुव मोहिमेबरोबर तो प्रथम इकडे आला. शौर्याचंच काम होतं ते. पण पहिल्याच हिवाळ्यात स्कव्ही झाल्यामुळे त्याला घरी परत पाठवलं गेलं होतं.

—●—●—



एंड्युरन्स बर्फात फसल्याला नऊ महिने होऊन गेले आहेत. जहाज बर्फ थराच्या दबावामुळे तीस अंशात झुकलं. सर्व वस्तू, स्लेज, कुत्री, माणसं धडधडा कोसळली. जहाज बुडलं नाही याचं एकमेव कारण म्हणजे त्याखालीही बर्फच तयार झालेलं होतं. दाब मधून अधून कमी झाला तरी पुन्हा वाढायचा. आणखी काही फळ्या वाकायच्या, तुटायच्या. दहा दिवसाच्या संघर्षानंतर शॉकलटनने माघार घेतली – “मित्रांनो आता निघायला हवं.” पाच वर्षांनी पुन्हा तो स्वतःच ध्रुव मोहिम घेऊन निघाला. यावेळी तो दक्षिण ध्रुवापासून फक्त १०० मैलांवर होता. त्याच्याहून दक्षिणेला कोणीच गेलेलं नव्हतं.

डिसेंबर १९११ मध्ये (रोआल्ड) अमुंडसेन (नॉर्वे) दक्षिण ध्रुवावरून गेला. अजूनही दक्षिण ध्रुवावरून चालत कोणीही माणूस गेला नव्हता. शॉकलटनचं स्वप्न हेच होतं.

आता समुद्र गोठून बसल्यामुळे त्याचं स्वप्न हुलकावण्या देत होतं. शिवाय त्याच्यावर २७ सहकारी, ६० स्लेज ओढणारी कुत्री, दोन डुकरं न् एक मांजर यांची जबाबदारी होती. हातात केवळ वाट बघणं एवढंच उरलं होतं. पुढचे दहा महिने तो समुद्रातला बर्फखंड जहाजासकट हळूहळू दक्षिण ध्रुवापासून दूरदूर जात होता.

त्याच्या सहकाऱ्यांपैकी काही रॉयल नेव्हीमधले नाविक होते. काही मच्छिमार होते. नॉर्थ अटलांटिकच्या क्रूर थंडीत त्यांनी कष्ट केलेले होते. केंब्रिज विद्यापीठातून पदवी घेऊन आलेले तरुणही बरोबर होते. सर्वांत लहान होता पर्सी ब्लॅकबरो – तो तर ब्यूनॉस आयर्स इथे जहाजात शिरला होता. प्रत्येकाच्या वेगळ्या आकांक्षा – आता त्या धुळीला मिळत होत्या.

शॉकलटनची निराशा स्थिती फारच वाईट होती. त्यानं पराकाष्ठा केली होती या मोहिमेसाठी. तो आता चाळीस वर्षांचा होता. युरोपमध्ये युद्ध पेटत होतं. त्यामुळे पुन्हा ही संधी मिळणं त्याच्यासाठी अशक्यच होतं. शिवाय प्रत्येकजण आता त्याच्याकडे ‘बॉस’ म्हणून भिस्त ठेवून होता. या परिस्थितीत काय करायचं, कसं टिकायचं सगळं त्याच्यावर अवलंबून होतं. तो त्याच्या भावना कधी उघड करायचा नाही. आरामशीर, आत्मविश्वासानं वावरायचा. त्यामुळे जहाजावरचा कंटाळवाणा, लांबत चाललेला काळ जवळजवळ आनंदात चालला होता.

फेब्रुवारी १९१५

जहाजावरून उतरून सगळ्या टीमने एंड्युरन्सच्या भोवतीचे बर्फ खणून मार्ग तयार करायला सुरुवात केली. मोकळ्या समुद्रात जाऊन प्रवास सुरू होईल या आशेने. पण हा



एंड्युरन्स बर्फात फसल्याला नऊ महिने होऊन गेले आहेत. डेकवर उजव्या बाजूला शॅकलटन. जहाज बर्फथराच्या दबावामुळे तीस अंशात झुकलं. सर्व वस्तू, स्लेज, कुत्री, माणसं धडधडा कोसळली.



प्रयत्न सोडून घायला लागला. कारण बर्फाचा थर १८ फूट खोलीपर्यंत होता आणि आणखी चारशे यार्ड खणायचं बाकी होतं.

जहाजावरच्या एकूण एकाला माहीत होतं की आता दोनच गोष्टी होऊ शकतात - ऋतू बदलला की बर्फ वितळणार आणि जहाज त्यातून मोकळं होणार किंवा बाजूच्या बर्फाचे थर जो दबाव जहाजावर टाकताहेत तो वाढत गेल्यामुळे एखाद्या अड्यासारखं ते फुटणार !

ऑक्टोबर महिना आला होता. चिन्ह काही भली नव्हती. मोहिमेचा फोटोग्राफर फ्रँक हर्लेच्या डायरीत - २६ ऑक्टोबरची नोंद आहे. संध्याकाळी सहा वाजता जहाजावरचा दाब इतका वाढलाय की आता ते कण्हायला लागलंय. ते थरथरतंय,

शहारतंय, केबिनच्या काचा फुटायला सुरवात झालीय. डेकच्या फळ्या पिळवटल्या जातायत, त्यात फटी पडल्यात. या सगळ्या जोर जबरदस्त वादळामधे आमचं असहाय्य अस्तित्व निष्फळ, निरुपयोगी उरलंय. जहाज लांबीमध्ये दहाएक इंच वाकलं आहे.

दुसऱ्याच दिवशी शॅकलटनने जहाज सोडण्याचा हुकूम दिला. सगळे सहकारी जहाजावरून बर्फावर उतरून तंबूमध्ये राहिले. तंबू इतके पातळ होते, त्यातून चंद्र दिसत होता. तपमान होतं उणे सोळा फॅरनहाइट.

मोहिमेच्या डॉक्टरने नोंद केलीये - रात्र भयंकरच होती. उजळ आकाशाच्या पार्श्वभूमीवर उदास अंधारं जहाज. बर्फाच्या दबावामुळे येणारे आतल्या मोडून पडणाऱ्या

फळ्यांचे आवाज, एखादं जिवंत श्वापद रडल्यासारखे !

मोहिमेचा सगळा अन्नसाठा अजून जहाजावरच होता. टीमजवळचे उबदार कपडे म्हणजे लोकरीचे लांब हाताचे बनियन-पायजमे. वरून छत्रीच्या कापडाचे विंडचीटर. त्यांच्याकडे रेडिओ संदेश देण्याची व्यवस्था नव्हती. ते कुठे आहेत, कशा अवस्थेत आहेत याचा जगात

कुणालाही पत्ता नव्हता. जेव्हा बर्फ वितळेल, तेव्हा परत जाण्यासाठी किंवा जवळच्या जमिनीवर सुरक्षित जाण्यासाठी त्यांच्याकडे तीन जीवरक्षक नौका होत्या पण त्यांच्याबरोबर शॅकलटन होता.

“आम्ही कुठल्याही प्रश्नावर कधीही चर्चा करत, वाद घालत बसलो नाही. आम्ही संकटात होतो, आणि शॅकलटन आम्हाला वाचवणार होता.”



जहाज सोडल्यानंतर शॅकलटनभोवती सारी टीम गोळा झाली होती. शॅकलटन शांतपणे त्यांना सांगत होता - “आता आपण या बर्फावरून पॉलेट’ बेटाकडे चाल करून जाणार आहोत. इथून ४०० मैल, वायव्येला जितकं सामान आपण वाहून नेऊ शकू, तेवढंच घ्या. अगदी गरजेचं तेवढंच आपण नेऊया. वैयक्तिक सामान घेता येणार नाही. उदाहरणादाखल त्यानं जहाजावरचं बायबल उचललं. त्यातलं एकच पान फाडून जवळ ठेवलं आणि बायबल तिथेच बर्फावर टाकून दिलं. त्या पानावरचं वचन असं होतं -

कोणी प्रसवलं त्या बर्फाला ? आणि ते स्वर्गातलं भयंकर धुकं ? गोठवणारं ?

कोणी त्यांना जन्म दिला ?

पाणी अदृश्य झालंय - दगडामागे

आणि त्या खोलीचा चेहराही गोठलाय !

—●—●—

मात्र शॅकलटनला हे कधीच कळलं नाही की त्यांच्यातल्या एका श्रद्धावान् धार्मिक नाविकानं ते बायबल गुपचूप उचलून आणलं. आजही लंडनच्या रॉयल जिओग्राफिकल सोसायटीमध्ये ते पहायला मिळतं.

मात्र पॉलेट बेटाकडे चालत जाणं त्यांना अशक्य झालं. तीनही जीवरक्षक नौकांमध्ये सामान भरलेलं - त्यांचं टनावारी वजन. वाटेमध्ये प्रचंड मोठेमोठे बर्फखंड. शिवाय भुरभुरत्या हिमाचे ढीग. आता टीमचे धोरण

बदलले. आता करण्यासारखे काहीच हातात नव्हते. बर्फावर तंबू ठोकून राहायचे. वाहत्या प्रवाहांमुळे, वाऱ्यांमुळे आपल्याखालचं बर्फखंड आपल्याला कुठे नेतंय त्याची वाट पाहायची. कधीतरी बर्फ वितळून बोटींनी प्रवास शक्य होईल त्याची वाट पाहायची.

आता समुद्रावर, बर्फावर ठोकलेले तंबू हे त्यांचं नवं घर झालं. एंड्युरन्समधून मिळवलेला थोडा अन्नसाठा वापरात आला. बुडत्या जहाजातून आधी वर आले. कांदे, सोड्याच्या बाटल्या, अक्रोड, प्रवासात वापरता येण्यासारखा अन्नसाठा पुढे बोटीत वापरण्यासाठी राखून ठेवला.

—●—●—

आता दक्षिण गोलार्धात उन्हाळा सुरू झाला. तपमान तेहतीस अंश फॅरनहाइटपर्यंत जायला लागलं. वितळलेलं हिम चालणं अशक्य करू लागलं. त्यामुळे माणसांचे कपडे ओलेच राहात. रात्री थंडी वाढली की ते कपडे, तंबू सारंच गोठून जाई. आता जळण एकच होतं - सील माशांची चरबी आणि खाण्यासाठी सील आणि पेंग्विन.

सगळेजण दिवसभर आपल्या तरंगणाऱ्या बर्फखंडाची दिशा ठरवत रहात. आशा एकच - वाहत वाहत आपण पॉलेट बेटाजवळ जाऊ. त्या बेटावर एका झोपडीत आधीच्या स्वीडीश मोहिमेचं सामान होतं.

शॅकलटनला मुख्य काळजी अन्नाची

नव्हती, निवाऱ्याचीही नव्हती. सर्वांत महत्त्वाचं होतं ते मनोधैर्य. स्कव्ही होणं हा ध्रुवीय मोहिमांमधलं नेहमीचं संकट. पण शॅकलटनला स्कव्हीपेक्षाही भीती वाटायची नैराश्याची. टीममधे कोणाला स्कव्ही झाला, तर ताजी शिकार केल्यावर उपचार करता येतं. पण कुणी मनानं ढेपाळलं तर फार कठीण ! Optimism is the moral courage तो म्हणायचा.

एंड्युरन्स बुडाल्यामुळे नाविकांना सांभाळणं त्याला कठीण वाटायचं. त्यांचा आपल्या जहाजावर फार जीव असतो. शॅकलटनच्या आधीपासूनच्या सफरींमधे तो बोटीवर सर्व थरातल्या लोकांमधे मिसळलेला होता. त्याचा आता फार उपयोग झाला. सर्वांच्या मनोवृत्तींचा त्याला अचूक अंदाज येई आणि तो त्यांची व्यवस्थित काळजी घेई. फोटोग्राफर हर्ले निराश झाला होता. तेव्हा शॅकलटन सतत त्याची स्तुती करायला लागला. त्याला खाजगीत बोलावून घेऊन सर्व गोष्टींबद्दल त्याचा सल्ला घेऊ लागला. एकदा एक जण म्हणाला - मेलो असतो तरी बरं झालं असतं. लगेच त्याला त्यानं इतकं कामात बुडवून टाकलं - की विचार करायला वेळच नको मिळायला. दोन जरा हळवे, एकाकी वाटणारे - त्याच्याच तंबूत राहायला नेले.

बाकीचे मार्ग मात्र वादग्रस्त होते.

जहाजावरचे शिकलेले लोक, वैज्ञानिक यांना सतत अन्नाची चिंता वाटायची. दिसलेला प्रत्येक प्राणीपक्षी मारून ठेवावा असं त्यांचं मत. नाविकांना नुसतं बसून राहणं हेच मोठे कष्ट वाटत.

एकदा एक अधिकारी म्हणाला की आपण सगळ्यांना जरा भरपूर मांस खायला देत जाऊया. लगेच शॅकलटनने स्पष्ट केले - “नको, नको. त्यामुळे - आपली इथून कधीच सुटका होणार नाही असं त्यांना वाटायला लागेल.”

जानेवारीमध्ये स्लेजच्या कुत्र्यांची अवस्था बिकट झाली. त्यांच्यासाठी पुरेसं मांस उरलं नव्हतं, शिवाय बर्फात काम करण्याची त्यांची ताकदही संपली होती. कुत्र्यांच्या चार टीमना गोळ्या घालाव्या लागल्या.

मार्चपर्यंत यांचा बर्फखंड वाहत वाहत पॉलेट आयलंडच्या पूर्व टोकासमोर आला. पण कसंही करून तिकडे जाणं ही अशक्य कोटीतील गोष्ट होती.

मार्च निराशेतच संपला. शिल्लक होती त्याही कुत्र्यांना गोळ्या घालाव्या लागल्या. यावेळी तर त्यांचा खाण्यासाठी उपयोग करावा लागला. आता माणसं तंबूतच पडून राहू लागली. त्यांच्या स्लीपिंग बॅग आता गोठून पत्र्यासारख्या कडक झाल्या होत्या. थंडी इतकी वाढली की पुस्तक वाचणं, पत्ते खेळणंही अशक्य झालं. एप्रिलमध्ये मात्र

बर्फखंडाला भेगा जायला लागल्या. ज्याची वाट इतके दिवस पाहिली तो ऋतू आला होता. ९ एप्रिलला निघण्याचे ठरले. तीनही बोटीत मिळून अड्डावीस माणसे कोंबून भरली. अन्नधान्य, तंबू उभारण्याचे साहित्य, पाणी घेतलं.

तपमान उतरून उणे दहा फॅरनहाइट झालं. समुद्राच्या लाटा या उघड्या बोटीत शिरायला लागल्या. टीमकडे तर रेनकोटसारखं काहीही नव्हतं. सुरुवातीला धोकादायक बर्फथरांमधून आणि नंतर उघड्या समुद्रातल्या वादळी लाटांमधून बोटी मार्गावर ठेवत प्रवास चालू झाला. सुकाणू धरणंही कठीण होतं आणि बोटीतलं पाणी बाहेर टाकणंही. शेवटी वारा पाठीवर घेत उत्तरेकडे एलिफंट बेटाकडे जायचं ठरलं. (सुकाणू धरणान्या एकाची बोटं हिमदंश होऊन पुढे आयुष्यभर वाकडी झाली होती.)

सात दिवस आणि सात रात्री हा प्रवास चालू होता. ना झोप ना विश्रांती. अक्राळविक्राळ समुद्र नि काळ्याकभिन्न थंडगार रात्री. कपडे गारटून त्याचं चिलखत झालेलं. रात्रीच्या वेळा शेजारून जाणाऱ्या मोठमोठ्या देवमाश्यांचे श्वासोच्छ्वास ऐकू यायचे. त्यांनी पाण्यावर उडी मारली की त्यांचे पांढरे गळे आणि जाणते डोळे टीमचा अंदाज घ्यायचे. एखाद्याला रडू कोसळायचं.

ब्युनॉस आयर्सला बोटीत शिरलेला

फुकट्या पर्सी आता खानपान व्यवस्था बघायचा. तो शांतपणे हळूच म्हणायला लागला - माझ्या पावलांना काहीतरी गंमतशीर होतंय. त्याचे पाय बधीर होऊ लागले होते. हडसन सुकाणू धरून इतका दमला की कोसळला शॅकलटनही मरणाचा दमला होता. निघाल्यापासून तो रात्रंदिवस उभाच होता. आपण टीमला सतत नजरेसमोर दिसायला हवं हे त्याला माहित होतं.

-●-●-

शेवटी पंधरा एप्रिलला एलिफंट बेटाच्या किनाऱ्यावरच्या भयंकर डोंगर कड्यांखाली तीनही बोटी जमिनीला लागल्या. सगळ्यांची मनस्थिती रूळावरून घसरलीच होती. कुणी दगडामातीत तोंड खुपसलं, कुणी जमिनीवर लोळायला लागलं तर कुणाला हर्षवायू झाला.

त्यांनी जमीन सोडून आता ४९७ दिवस झाले होते.

-●-●-

काय झालं पुढे शॅकलटनचं ? आणि त्याच्या टीममधल्या २७ जणांचं ? एलिफंट बेटावरून मनुष्यवस्तीकडे कसं जाणार होते ते ? शॅकलटनच्या अतुल धैर्याच्या कहाणीचा पुढचा भाग पुढच्या अंकात -

नॅशनल जिओग्राफिक नोव्हेंबर १९९८ मधून साभार.

रूपांतर : नीलिमा सहस्रबुद्धे

सुरक्षा कवच
ज्यावर ठेऊ शकता विश्वास

महासुरक्षा
ठेव योजना

बचत/चालू/मुदत ठेव
खातेदारांसाठी
जीवन विमा कवच

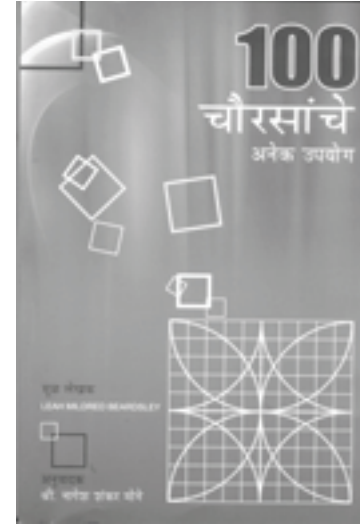
• हमी रक्कम - रु. 1 लाख
• कमी प्रिमियम

आम्ही जाणतो आपलं मन
बँक ऑफ महाराष्ट्र
एक कुटुंब. एक बँक.
www.bankofmaharashtra.in

अखिल भारतीय निःशुल्क दूरध्वनी क्र :
1800 - 222340 / 1800 - 220888

महा
गृह सुरक्षा योजना
गृह कर्जा सोबत
जीवन विमा कवच

• अल्प किंमतीची एकल हप्ता विमा योजना
• गृह कर्जाच्या बाकी रकमेसाठी विमा कवच



१०० चौरसांचे अनेक उपयोग

पुस्तक परिचय : यशश्री पुणेकर

‘गणित’ हा बऱ्याच विद्यार्थ्यांना अवघड वाटणारा विषय, तर एकीकडे गणित चांगलं समजणाऱ्या विद्यार्थ्यांनाच फक्त हुशार समजण्याची गैर पद्धत. त्यामुळे ज्या मुलांना गणित समजत नाही अशा मुलांना आपण फारच ‘ढ’ आहोत असा न्यूनगंड निर्माण होतो. तो निर्माण होऊ नये यासाठी प्रयत्न करायला हवेत.

गणित विषय खरंतर रूढ शिक्षण संपलं तरी आयुष्यभर सर्वत्र उपयोगी पडणारा आहे. त्यामुळे त्यातील मूलभूत संकल्पना सर्वांनीच समजून घेणं आवश्यक आहे.

पण मग हे अवघड वाटणारं गणित सोपं करून कसं शिकता येईल ? शालेय स्तरावर गणित वेगवेगळ्या उपक्रमातून, प्रकल्पामधून शिकवलं तर मुलांना विषयात गोडी वाटेल आणि शिक्षकांनाही शिकवणं आनंदाचं वाटेल. अनेक शाळांमध्ये अशा तऱ्हेचा उपक्रम चालवला जातो यामध्ये शिक्षकांच्या कल्पनाशक्तीला वाव मिळतो. त्यांच्यातील सर्जनशीलतेला संधी मिळते. या सर्व गोष्टींसाठी अनेक पाठ्येतर पुस्तकांचा वापर शिक्षक करत असतात.

साध्या आणि गुंतागुंतीच्या गणिती

१०० चौरसांचे अनेक उपयोग

मूळ लेखक : ली बीअर्डस्ले

अनुवाद : नागेश मोने

किंमत : १२० रु.

संकल्पना केवल १०० चौरसांच्या वापरातून मुलांना समजू शकतील असं '१०० चौरसांचे अनेक उपयोग' या नावाचं एक पुस्तक नुकतच प्रकाशित झालं.

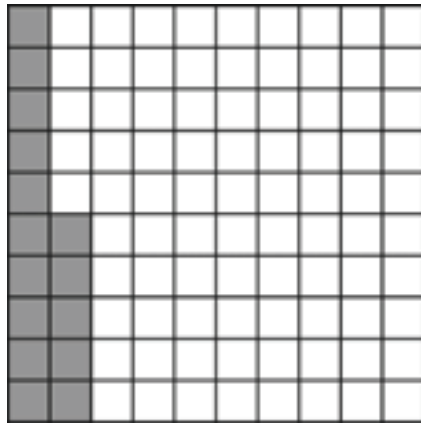
Leah Beardsley यांच्या 1001 Uses of the hundred Squares या पुस्तकाचा नागेश मोने यांनी केलेला हा अनुवाद. या पुस्तकात अनेक कृती, उपक्रम आणि खेळ दिले आहेत.

डिझाईन्स म्हणजे रचनांचा अभ्यास, आलेखाचा दृश्य परिणाम, संख्यांची समजूत, अपूर्णांक, बेरीज वजाबाकी, मापन, गणन संख्यांची संकल्पना आणि काही खेळ अशी एकूण नऊ प्रकरणे या पुस्तकात आहेत.

बेरीज, वजाबाकी, गुणाकार, भागाकार या मूलभूत गणिती संकल्पना चौरसांच्या मदतीनं. तक्ते बनवून खेळातून शिकवता येतात. १०० चौकटींचा तक्ता गुणाकाराचे गुणधर्म दाखवण्यासाठी वापरता येतो. मोठ्या संख्यांच्या गुणाकारासाठी नेपियरच्या पट्ट्या कशा करायच्या आणि वापरायच्या असे अनेक उपयुक्त प्रकार या पुस्तकात आहेत. शिक्षकांना अतिशय उपयुक्त हे पुस्तक, मुलांना सुट्टीत गणिती खेळ खेळण्यासाठीही उपयोगी ठरेल.

अपूर्णांकासारखी अवघड संकल्पना चौरसांच्या साहाय्याने समजावून सांगणारं या पुस्तकातलं प्रकरण पुढे देत आहोत.

अपूर्णांक : यातले थोडे - त्यातले थोडे



आकृती १

१०० ही एक विशेष संख्या आहे. शेकडेवारीमध्ये १०० चे स्थान महत्त्वपूर्ण आहे. शेकडेवारी म्हणजे कोणत्याही संख्येचे १०० शी असणारे गुणोत्तर होय. इंग्रजीत परसेंट (percent) असा शब्द आहे. Cent म्हणजे शंभर आणि Per म्हणजे दर वा प्रत्येक १०० चौकटीतील कोणताही हिस्सा म्हणजे तितके टक्के होय.

इथं आकृतीत १५ भाग रंगविले आहेत. मुलाला मोजू द्या. आणि म्हणा 'मी १५% भागाला स्पर्श केला आहे.' चौकटीच्या

निम्म्या भागाला स्पर्श केला म्हणजे ५०% भागाला स्पर्श केला असे म्हणा. निम्मा म्हणजे १/२ आणि १०० पैकी ५० म्हणजे ५०/१०० म्हणजे १/२. १/२ म्हणजे ०.५ आणि ५०/१०० म्हणजे ०.५० सारखेच आहेत हेही सांगा त्याला.

१० आडव्या व १० उभ्या ओळींनी तयार झालेली १०० चौरसांची चौकट ही दशांश अपूर्णांक सांगायला खूप महत्त्वाचे प्रभावी साधन आहे. १/१०, १/१०० या संख्या समजावून घ्यायला हे साधन खूपच उपयुक्त ठरते. १० पैकी २ आणि १०० पैकी ३ रंगवून, १० पैकी २ म्हणजे १०० पैकी २० रंगवले गेल्याने एकूण १०० पैकी २३ रंगवले गेल्याने ०.२३ कसे तयार होतात ते स्पष्ट होते.

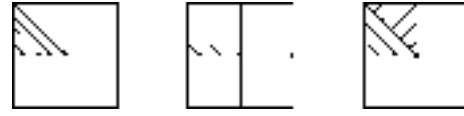
अपूर्णांक संकल्पना शिकविण्यासाठी किती तुकड्यांपैकी किती घेतले हे या साधनाच्या साहाय्याने खूपच परिणामकारी पद्धतीने सांगता येते. छेद सांगण्यासाठी घेतले किती व अंश सांगण्यासाठी त्यापैकी रंगविले किती हा एक महत्त्वाचा अध्ययन अनुभव आहे हे लक्षात घ्या.

४ चौरस घ्या, त्यातील ३ रंगवा. एकूण रंगविलेला भाग झाला ३/४. इथं चारांपैकी सुरुवातीस १ रंगविला म्हणजे १/४ झाला, मग परत १/४ म्हणजे एकूण झाला १/२ म्हणजे १/४ + १/४ = १/२ झाले.

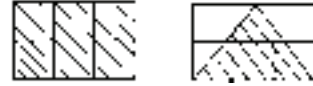
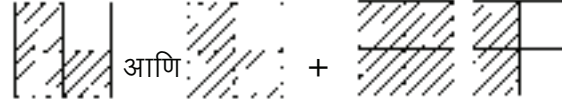
याप्रमाणे अपूर्णांकांची बेरीज शिकविता येते याने. ४ सफरचंदे ५ जणात वाटली तर प्रत्येकाला ४/५ सफरचंद मिळणार कारण प्रत्येक सफरचंदाचे ५ समान भाग करून प्रत्येकाला एकेक भाग देऊन त्यांची बेरीज केली तर ४/५ येणार. सारख्या किमतीचे अपूर्णांक सांगण्यासाठी तर या चौकटी खूपच उपयुक्त ठरतात असे वर म्हटले आहे. नावे वेगळी पण अर्थ तोच असा हा प्रकार आहे. एक छेद दोन (एक द्वितीयांश) आणि पाच छेद दहा, १० चौरसांपैकी ५ रंगविणे म्हणजे प्रत्येक ठिकाणी दिलेल्या एकूण भागांपैकी निम्मे रंगविणे आहे. सममूल्य अपूर्णांक, या चौकटीने शिकणे म्हणजे जणू काही काचेतून पलिकडचे स्वच्छ पाहणेच आहे, लगेच अर्थबोध होतो.

गुणाकाराच्या तक्त्याचे नीट निरीक्षण केले तर कितीतरी सममूल्य अपूर्णांक आढळतात. कोणत्याही दोन ओळींचे निरीक्षण करा. दहा सममूल्य अपूर्णांक मिळतातच पण त्यापुढेही विचार करीत गेलो तर असे अमर्याद सममूल्य अपूर्णांक मिळतात. हे अपूर्णांक आलेख कागदावर दाखविणे हा एक उत्तम प्रकल्पच आहे. रेघेवर सममूल्य अपूर्णांक, रेघेखाली छेदाधिक (उचित) अपूर्णांक तर रेघेच्यावर अंशाधिक अपूर्णांक सापडतात. शून्य छेद असणारा अपूर्णांक कधीही सापडत नाही.

चौरसांच्या साह्याने तयार झालेले आयत, क्षेत्रफळ सूचित करतात म्हणजे अर्थातच गुणाकाराची सगळी चौकट म्हणजे १ एकक मानले तर चौकटीचा काही हिस्सा हा १ पेक्षा कमी क्षेत्रफळाचा असणार, म्हणजे अपूर्णाकच मिळाला. दोन संख्यांच्या गुणाकाराने मिळणारी संख्या नेहमी मोठीच असते, असे नाही तर लहानही मिळते. $१/२$



$$\frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$$



आकृती २

आणि $१/४$ चा गुणाकार $१/८$ येतो. $१/८$ हे $१/२$ पेक्षा लहान आहेत. गुणाकाराचा वितरण गुणधर्मही चौकटीच्या साह्याने दाखविता येतो. भाग घालविणारी मोठ्यात मोठी सामाईक संख्या (मसावि) शोधण्यासाठीही या चौकटी उपयोगात येतात. मसावि शोधण्यासाठी युक्लिडची पद्धत का उपयुक्त ठरते हे पाहण्यासाठी गुणाकाराचा तक्ता उपयुक्त ठरतो.

या प्रकरणात देखील मजा आहे. तुम्ही देवमाशाचे वजन करा अथवा गोगलगाइचे, मजा असतेच.

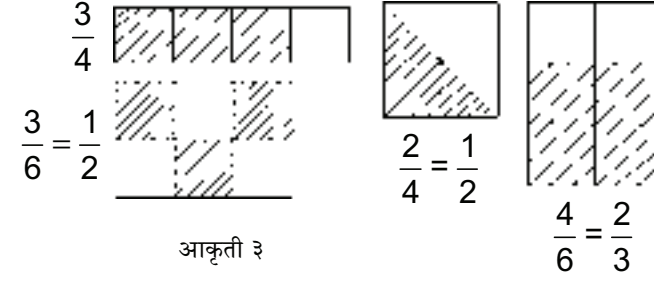
चौरस रंगवा - विचार करा.

प्रश्नाचं उत्तर सापडेल यासाठी प्रत्येक चित्रासाठी समीकरण तयार करा.

या उपक्रमाची, मुलांना ओळख झाली की चित्राशिवाय प्रश्न द्या पण उत्तर चित्राच्या साह्याने दाखविण्यास सांगा. नाही जमले तर पुन्हा चौकटीच्या साह्याने मूळ कल्पना स्पष्ट करा व पुन्हा सांगा त्यांना.

अपूर्णाक ओळखा

प्रत्येक विद्यार्थ्याला १०० चौरसांची चौकट, रंग व कात्री द्या. अपूर्णाक सांगा त्याला. उदा. $३/४$. मुलाने ४ चौरसांची



आकृती ३

अपूर्णाकाच्या बेरीज-वजाबाकीचा तक्ता

	१	२	३	४
१	२	३	४	५
२	३	४	५	६
३	४	५	६	७
४	५	६	७	८

$$3. \frac{2}{8} + \frac{1}{8} = \frac{4}{8} = \frac{2+1+4}{8} = \frac{7}{8}$$

आकृती ४

पट्टी घ्यावी व ३ रंगवावेत. समजा ४ ऐवजी ८ चौरस घेतले त्याने तर ३ ऐवजी किती रंगवायला हवेत ते विचारा त्याला.

अपूर्णाकाची बेरीज करताना (छेद समान असल्यास) अंशांची बेरीज होते आणि ही बेरीज पूर्णाकांच्या बेरजेप्रमाणेच असते हे त्याच्या लक्षात आणा.

$$1. \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2+1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$2. \frac{2}{6} + n = \frac{4}{6} \therefore n = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

+	$\frac{1}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$
$\frac{1}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$
$\frac{2}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{7}{8}$
$\frac{4}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{8}{8}$

संचांचे भाग (हिस्से)

वस्तूच्या प्रत्यक्ष वापराने, हाताळणीने अपूर्णाक शिकवा. टेबलावर ३ पुस्तके आहेत. अनघाने २ घेतली. म्हणजे एकूण पुस्तकांचा $२/३$ घेतली आणि $१/३$ राहिली. अशा उदाहरणांनंतर चित्रांच्या साह्याने सांगा. वस्तू म्हणजे मूर्त स्वरूप

संच	संचातील संख्या	संगविलेले	न संगविलेले	संगविलेला हिस्सा	न संगविलेला हिस्सा	समीकरण
	4	3	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3+1}{4+4} = \frac{4}{4} = 1$
	3	2	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2+1}{3+3} = \frac{3}{3} = 1$
	5	3	2	$\frac{3}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{3+2}{5+5} = \frac{5}{5} = 1$
	7	2	5	$\frac{2}{7}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{2+5}{7+7} = \frac{7}{7} = 1$
	8	5	3	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{5+3}{8+8} = \frac{8}{8} = 1$

आकृती ५

झाले तर चित्र म्हणजे अर्धमूर्त वस्तू म्हणा. (आकृती ५) प्रत्येक मुलाकडे ८ चौरसांची पट्टी द्या. टिकली द्या. कोणत्याही एका चौरसात टिकली ठेवा. सांगा पट्टीचा १/८ भाग व्यापला गेला आहे. अशा टिकल्या ठेवून, भाग व्यापून, त्यांची नावे सांगा. पट्टीची घडी घालून अर्धा, पाव, एक अष्टमांश असे भाग दाखवा. ८ चा अर्धा म्हणजे $८ \times १/२ = ४$ होतात वगैरे दाखवा.

अपूर्णांक : (१) एका पूर्णाकाचे भाग (हिस्सा) दाखवितो किंवा अनेक पूर्णाकाचे हिस्से दाखवितो किंवा २) पूर्णाकांचा संच

दाखवतो. काही वेळा आपण एकाच संचासाठी या दोन्ही अर्थांचा विचार करतो. डझन अंडी म्हणजे १संपूर्ण डझन किंवा १२ अंड्यांचा १ संच. आपण १ डझनचा १/२ (अर्धा) किंवा १२ वस्तूंचा १/२ असाही विचार करतो.

स्वतः करा.

मुलांना पुढील कृती करायला सांगा. त्यांना चौरस द्या. आणि पुढील सूचना.

प्रत्येक चौरसात वस्तू दाखवा.

१. १/४
२. ३/८
५. १/१०
६. ६/७

३. २/५
४. ५/९
७. २/३
८. ५/१०

आकृती ६

६	७	८	९

सारख्या किमतीचे अपूर्णांक तक्ता

द्वितीयांश	तृतीयांश	चतुर्थांश	पंचमांश	षष्ठांश	सप्तमांश	अष्टमांश	नवमांश	दशांश	अकरावा हिस्सा	बारावा हिस्सा
1		2		3		4		5		6
	1			2			3			4
	2			4			6			8
		1				2				3
		3				6				9
			1					2		
			2					4		
			3					6		
				5				8		
										2

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3}{6} + \frac{2}{6} = \frac{5}{6}$$

आकृती ७

हा तक्ता भरून पूर्ण करणे ही एक खूपच यत्ने. जर छेदस्थानी २ असतील तर प्रत्येक आनंद देणारी कृती आहे. छेदस्थानाची दुसऱ्या जागेत १/२ शी सारख्या किमतीचा संख्या ही भाजक आहे हे मुलांच्या लक्षात अपूर्णांक असेल. जर छेदस्थानी ३

असतील तर प्रत्येक तिसऱ्या जागेत १/३ शी सममूल्य अपूर्णाक असेल. जर १/२ आणि १/३ ची बेरीज करावयाची असेल तर ६ हा सामाईक छेद सापडेपर्यंत ओळीत प्रवास करा.

गुणाकाराच्या तक्त्यातील अपूर्णाक

गुणाकाराच्या तक्त्यात तर सममूल्य अपूर्णाकच भरले आहेत.

समजा १/२ ला २/२ ने गुणायचे आहे. तर १ व २ ज्या आडव्या ओळीत आहेत त्या ओळीत स्तंभ २ पहा. तिथं २ व ४ दिसतील. तेव्हा $१/२ \times २/२ = २/४$ झाले ! समजा $१/२ \times ३/३$

करावयाचे आहेत. ओळीत ३ऱ्या स्तंभापर्यंत जा. $१/२ \times ३/३ = ३/६$. ४च्या स्तंभापर्यंत गेलात तर ४/८ मिळतील याप्रमाणे. ओळ संपली तरी सममूल्य अपूर्णाक काही संपत नाहीत हे लक्षात घ्या. आपण १ शी सममूल्य असणाऱ्या मोठमोठ्या अपूर्णाकांनी १/२ ला गुणून मोठमोठे अपूर्णाक मिळवू शकतो. ओळ ३ व ४ साठी बोट फिरवून ३/४ साठी सममूल्य अपूर्णाक मिळवू शकतो. ७/८, ८/७, ४/९ साठी प्रयत्न करा. ६/८ व ३/४ साठी प्रयत्न करून तुलना करा.

×	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

आकृती ८

सामाईक छेद

१. $३/४$ आणि $४/५$ यांची बेरीज (आकृती)

४ आणि ५ यांनी भाग जाणारी लहानात लहान संख्या २० ही गुणाकाराच्या तक्त्याने मिळवा. $३/४$ या संख्येचे रूपांतर करून सममूल्य अपूर्णाक मिळण्यासाठी ३ आणि ४ च्या ओळी ५ च्या स्तंभापर्यंत विचारात घ्या. $१५/२०$ मिळतील. $३/४ \times ५/५ = १५/२०$.

$४/५$ या संख्येचे रूपांतर करून सममूल्य अपूर्णाक मिळविण्यासाठी ४

आणि ५ या ओळी ४ या स्तंभापर्यंत न्या. $१६/२०$ मिळतील.

$$४/५ \times ४/४ = १६/२०.$$

$$१५/२० + १६/२० = ३१/२०$$

२. $३/४$ आणि $४/५$ ची बेरीज

गुणाकाराच्या तक्त्याच्या ओळी कापा. $३/४$ साठी ३ आणि ४ ची ओळ तर $४/५$ साठी ४ आणि ५ ची ओळ कापा. लहानात लहान सामाईक विभाज्य आहे २० तेव्हा दोन्ही पट्ट्यांची २० ही संख्या थेट एकाखाली एक येईल असे पहा. अंशाची बेरीज करा. उत्तर $३१/२०$ येईल.

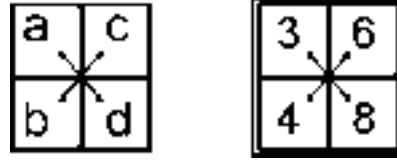
×	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3					15					
4				16	20					

आकृती ९

3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
+									
4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
31									
20									

आकृती १०

सममूल्य अपूर्णाक - तिरकस गुणाकार
गुणाकार तक्त्यातील कोणत्याही ४ संख्या घ्या आणि आपल्याला सममूल्य अपूर्णाकाची जोडी मिळते. (आकृती ११)
 $ad = bc$ यावरून $a/b = c/d$.

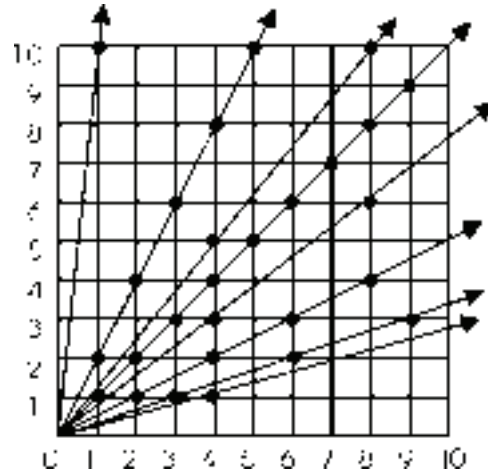


आकृती ११

सममूल्य अपूर्णाकांचा आलेख :

उजळणीसाठी, सममूल्य अपूर्णाकांचा आलेख हा एक वर्गप्रकल्प होऊ शकतो. रेषेचा चढ ही कल्पना अनौपचारिकपणे परिचित करून देता येते.

- $१/२$ चा आलेख : (२, १), (४, २), (६, ३), (८, ४), (१०, ५)
- $१/३$ चा आलेख : (३, १), (६, २), (९, ३)
- $३/४$ चा आलेख : (४, ३), (८, ६)
- $१/४, २/३, १, ५/४, २, १०$ चे आलेख.



आकृती १२

- सममूल्य अपूर्णाकांचा अमर्यादपणा दाखविण्यासाठी बाणाचा वापर.
- १ च्या खाली छेदाधिक अपूर्णाक
- १ च्या वर अंशाधिक अपूर्णाक
- १०० चा आलेख कुठे असेल ?
- अपूर्णाकांसाठी दिलेली क्रमित जोडी (छेद, अंश) लक्षात घेऊन रेषेचा चढ म्हणजे रेषा किती तिरपी आहे हे सांगणारी संख्या लक्षात घेता येते.
- क्षितिजसमांतर रेषेवर कोणते अपूर्णाक येताहेत ? ($१/x$) म्हणजे 'क्ष' अक्षाचा चढ शून्य आहे.

● y अक्षावर दाखविला जाईल असा अपूर्णाक आहे ? का नाही ? y अक्षाचा चढ सांगेल अशी संख्या नाही. कोणत्याही संख्येस ० ने कधी भागता येत नाही.

दशांश अपूर्णाक दाखविण्यासाठी अ आणि इ अशा दोन चौकटींचा वापर केला आहे. प्रत्येक वेळी मुलांना, एकक काय घेतला आहे आणि त्याचे चौरसाशी, चौरसाच्या भागाशी काय नाते आहे ते सांगा.

● समद्विभुज काटकोन त्रिकोणाच्या कर्णाचा चढ १ असतो. का ?

१ दशक, ५ सुटे, १ दशांश, ३ शतांश

दशांशचिन्ह : स्थानिक किंमत - पूर्णसंख्या आणि अपूर्णाक

१५, १३ किंवा १५१३/१००

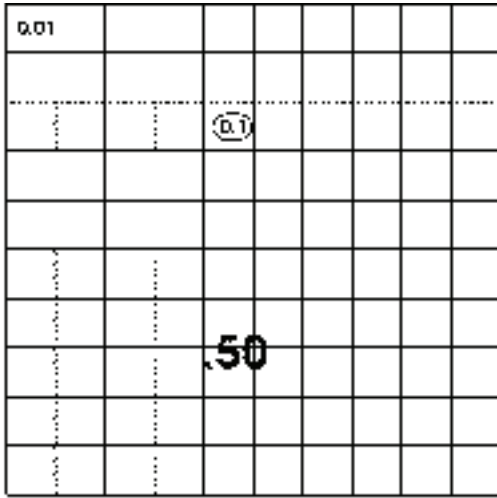
आकृती १३

आकृती १४

आकृती १५

शेकडेवारी व शंभर चौरसांची चौकट
मुलांना, शेकडेवारी म्हणजे संख्येची १०० शी तुलना करण्याचा, परिचय करून द्या. एका चौरसाला स्पर्श करा. तुम्ही १०० चौरसांपैकी एका चौरसाला स्पर्श केला आहे. म्हणजे १% चौरसाला स्पर्श केला आहे हे सांगा. बोटाने १० चौरसांना स्पर्श करा. म्हणजे १०% चौरसांना स्पर्श केला आहे हे सांगा. जर तुम्ही १५ चौरसांना स्पर्श केला तर किती टक्के चौरसांना स्पर्श

केला ? तुम्ही निम्न्या चौरसांना स्पर्श केला तर किती टक्के चौरसांना स्पर्श केला ?
१० चौरसांच्या पट्टीचा आता वापर करा. याच्या निम्न्या भागाला स्पर्श करा. हा ५०% झाला ? $५/१० = ५०/१००$ असतात याचे स्पष्टीकरण देऊ शकाल ? $०.५ = ०.५०$ आहेत ? ८ चौरसांचा ५०% किती ? १००० चौरसांचा ५०% किती ? ५ चा ५०% किती ?

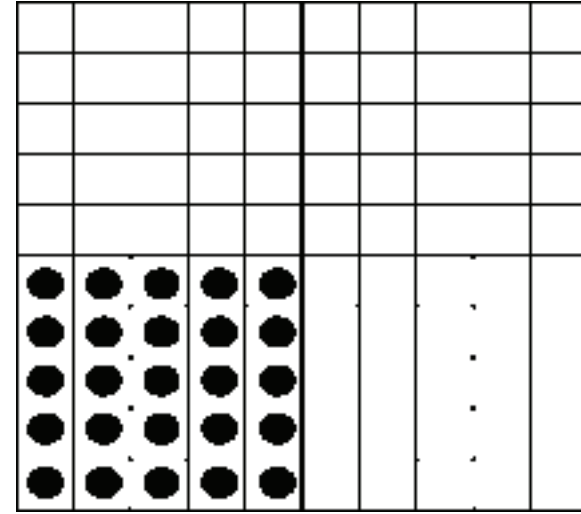


100	100%	100	$\frac{100}{100}$	1	1
100	20%	20	$\frac{20}{100}$	1	5
100	10%	10	$\frac{10}{100}$	1	10
100	1%	10	$\frac{1}{100}$	1	100

आकृती १६

चौकटीपैकी २५ चौकटींवर निळ्या रंगाचे ठिपके द्या. $२५/१०० = ०.२५$ लक्षात घ्या. २५% म्हणजे २५ व १०० यांचे गुणोत्तर. किंवा $२५:१००$. संपूर्ण चौकटीचा चौथा हिस्सा $(१/४)$ रंगवला गेला आहे हे लक्षात येते ना ?
तुम्ही दाखवू शकाल ?
७.५% आणि ७५% यात गोंधळ होतो ना ? ७.५ : १०० म्हणजे ७५ : १०००. ७५ : १००० आणि ७५ : १०० हे सारखे आहेत ?

म्हणजे $१/४ = १:४ = २५/१००$



आकृती १७

0.01	0.20	0.28	0.225	0.15	0.08	0.2	0.30	0.75	0.75	दशांश
$\frac{1}{100}$	$\frac{20}{100}$	$\frac{28}{100}$	$\frac{225}{1000}$	$\frac{15}{1000}$	$\frac{8}{100}$	$\frac{2}{100}$	$\frac{30}{100}$	$\frac{75}{100}$	$\frac{75}{1000}$	अपूर्णांक
1%	20%	28%	22.5%	15%	8%	20%	30%	75%	7.5%	व्यवहारी
										अपूर्णांक
										%

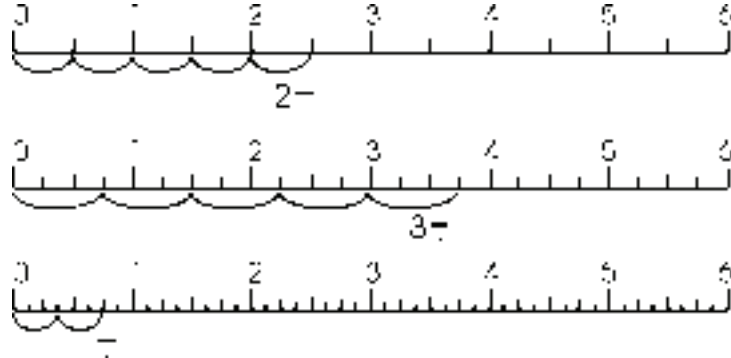
आकृती १८

गोष्ट सांगा व अपूर्णाकामधली क्रिया स्पष्ट करा.

अ - ५ दिवस रोज १/२ मैल

आ - ५ दिवस रोज ३/४ मैल

इ - १/२ दिवस रोज ३/४ मैल प्रमाणे



आकृती १९

A ओळ :-ओळीने तीन दिवस एक प्राणी ०.२, ०.७ आणि ०.९ मैल गेला. एकूण किती मैल गेला ? $०.२ + ०.७ + ०.९ = १.८$ मैल.

B ओळ : पुढचे ५ दिवस तो सरासरी ०.४ मैल गेला. म्हणजे ५ दिवसात एकूण किती मैल गेला ?

C ओळ : प्रत्येक दिवशी ०.८ मैल जाण्याचे त्याने ठरविले पण पावसामुळे तो निम्मा जाऊ शकला तर त्या दिवशी किती मैल गेला ? $०.५ \times ०.८ = ०.४$ मैल.

वजाबाकीचा सराव :-

एका व्यक्तीने दोन दिवसात २.३ मैल फरसबंदी करण्याचे ठरविले. पहिल्या दिवशी १.५ मैल काम केले तर राहिले किती ?

$$२.३ - १.५ = ०.८ \text{ मैल.}$$

भागाकाराचा सराव :-

६ मैलांची फरसबंदी करावयाची आहे. दर दिवशी ०.५ मैल केली तर काम पूर्ण होण्यास किती दिवस लागतील ? $६ \div ०.५ = १२$ दिवस.

प्रतिसाद - सुडोकूचे खेळणे

४	१ ६	२	
५	४	१	२
८	२		१ ६
३			२
६ ४		३	८
१		७	
५	४	२	३
	८	५ ९	५

जुने संदर्भ चाळत असताना आपली आठवण आली. मी शाळेत शिकवत असताना जे अनेक उपक्रम राबवले, त्यातल्या काही

उपक्रमांना आपण आस्थेने संदर्भमधे प्रसिद्धी दिली होती. अशाच काही कल्पना अजूनही माझ्या डोक्यात घोळत असतात.

सध्या पेपरमध्ये जे सुपीक डोक्यासाठी कोडे-सुडोकू देतात, ते चटकन सोडवण्यासाठी मी एक खेळणे बनवले आहे. थर्मोकोलच्या तक्त्याचे अगदी सारखे असे ९ ९ चौरस मी तयार करून घेतले. त्यांच्या एका बाजूवर लाल रंगाने एक ते नऊ आकडे रंगवले तर पाठीमागच्या बाजूवर निळ्या रंगाने तोच आकडा रंगवला. असे नऊ संच करून घेतले. ते मी कोडे सोडवायला वापरतो.

दिलेले कोडे समोर ठेवून, त्यातील आकड्यांनुसार मी लाल रंगाचे आकडे ठेवून घेतो. हे लाल आकडे हलवायचे नाहीत की

बदलायचेही नाहीत. आणि नंतर उरलेल्या जागांमध्ये आपल्या जवळचे निळ्या आकड्यांचे चौकोन ठेवून बघायचे. यामुळे एकेका ओळीत किंवा

चौकोनात तोच आकडा पुन्हा येत नाही ना - हे पाहणे सोपे झाले. पुन्हा आलेला आकडा नुसता बदलायचा - खो खो खेळायचा. आकडे पेन्सिलनं लिहा - खोडा - बेरजा करा यापेक्षा नुसता हलवून झटकन काम होते. अन् कोडे सोडवायला मजा वाटते. कंटाळा येत नाही.

मी कोडे सोडवत बसलो की येता जाता माझा दुसरीतला नातूदेखील सांगतो - आजोबा - हा डबल झाला इथे. हा तिकडे टाका.

माझ्या या कल्पना संदर्भमधून देण्याची इच्छा आहे.

वि.गो. काळे

सभासदत्व नोंदणी

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा.
मागील उपलब्ध सर्व अंक (३२)	रु. ६५०/-*	
वार्षिक वर्गणी	रु. १२५/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक ⁺ / मनी ऑर्डर

*(पोस्टेजसाठी रु. ६०/- जादा पाठवावेत.)

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु.

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

+ पुण्याबाहेरच्या चेकसाठी वरील रकमेवर रु. १५/- अधिक पाठवावेत.

बँक ड्राफ्ट आणि चेक 'संदर्भ सोसायटी' नावे पाठवावे.

नाव _____

पत्ता _____

फोन :

तारीख

संदर्भबद्दल माहिती कोणाकडून मिळाली _____

संदर्भ, १) द्वारा पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,
संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

२) १३१/२९, वंदना अपार्टमेंट्स, ब्लॉक नं. ९, आयडियल कॉलनी,
कोथरूड, पुणे ३८. फोन : ०२०-२५४६१२६५. वेळ : १२.३० ते ४.



कार्ड प्लेअर्स



सेल्फ पोर्ट्रेट
पॉल सेझॉ

शैक्षणिक संदर्भ : जून - जुलै २००८ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

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

