

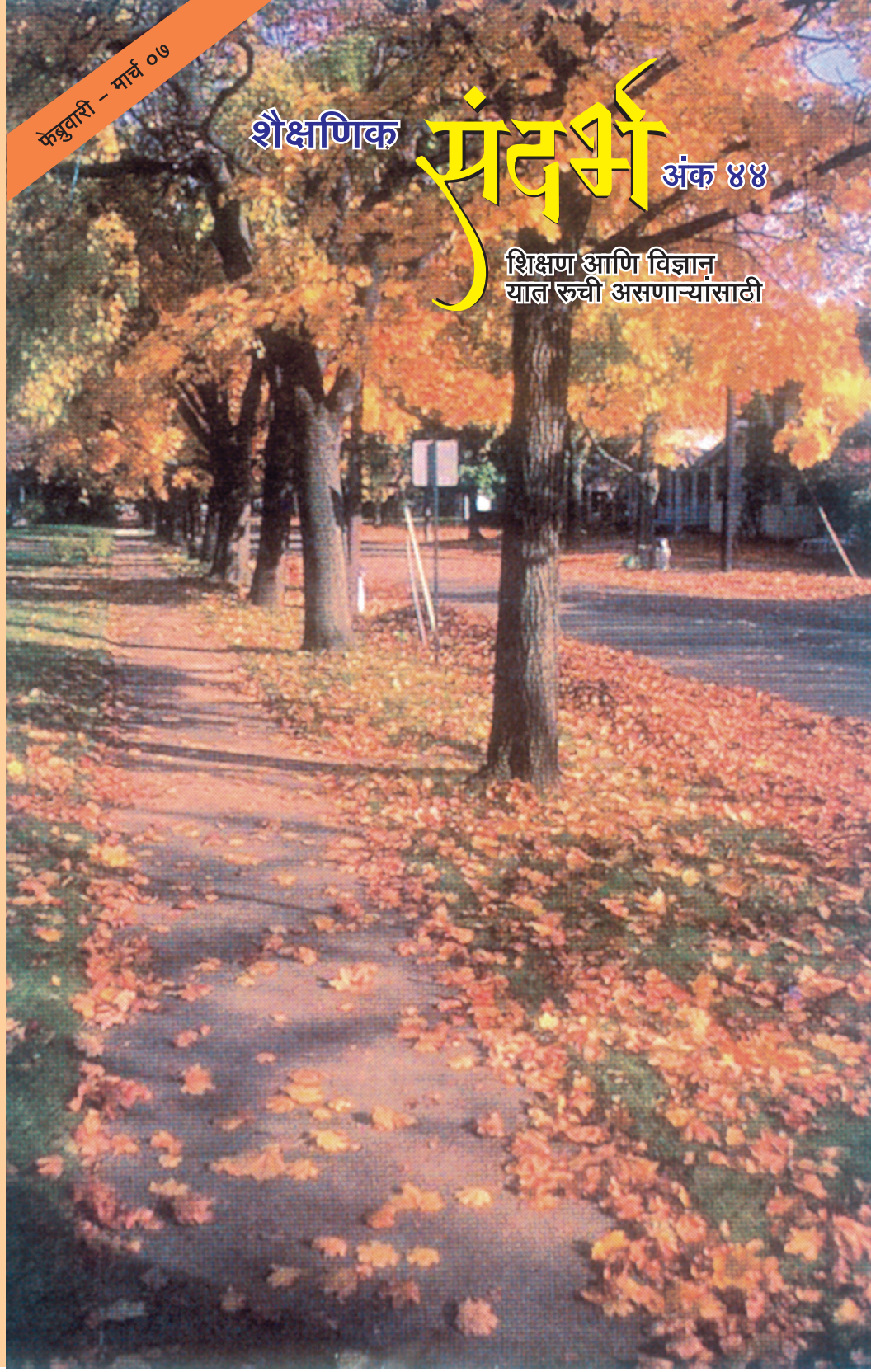
फेब्रुवारी - मार्च ०७

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ४४

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

विश्वस्त :

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

साहाय्य :

ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर,
स्वाती केळकर, राजेंद्र गाडगीळ

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ मांडणी, छपाई :

रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

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

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ४४

फेब्रुवारी - मार्च ०७

**पालकनीती परिवारसाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ**

पत्ता : संदर्भ, ९, वंदना अपार्टमेंट्स,
आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.

दूरध्वनी : २५४६१२६५

ई-मेल : pryd@indiatimes.com

कव्हर तीन व प्रबोधन काळातील कला या
लेखातील छायाचित्रे राम अनंत थत्ते
यांच्याकडून साभार.

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-



पानगळीचा ऋतू जसा थंड प्रदेशात येतो तसाच उष्ण हवेच्या प्रदेशातही येतो. ऋतूबदलानुसार दिवस-उजेडाचा काळ कमी होतो, अंधाराचा काळ वाढतो व थंडी पडू लागते तेव्हा थंड प्रदेशात पानगळ सुरु होते. उष्ण, कोरड्या प्रदेशातली पानगळ मात्र जमीन कोरडी होऊ लागली की सुरु होते.

शिशिरात पानांचे हिरवेपण जाऊन रंग कशामुळे बदलतात ? त्यामुळे झाडाचा फायदा होतो की तोटा ? या सगळ्याबद्दल वाचूया 'पानांची गोष्ट' आणि 'पानगळ' या लेखांमधे.

मुखपृष्ठ : एकलव्यच्या 'क्यों और कैसे' मार्च २००५ मधून साभार

मलपृष्ठ : रीडर्स डायजेस्टच्या 'फॅमिली गाईड टू नेचर' मधून साभार

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ४४

- पानांची गोष्ट ३
- पानगळ ९
- प्लुटो १२
-  तापमान १९
-  करू या प्रयोग २३
- जग इलेक्ट्रॉनिक्सचे २६
- देवराया जगभरातल्या ३७
-  अनोखे 'सेवा'चे प्रमेय ४१
- प्रबोधनकाळातील कला ४५
- कांगारूची थैली ५०
- मुक्तीची विज्ञानवाट ५३
- शुभ्रखंडाचे सम्राट ६२
- शाळेचा पहिला दिवस ७२



हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

प्रतिसाद

पानांची गोष्ट - भाग १ हा लेख वाचून आलेले प्रश्न

द्विदल वनस्पतीच्या पानांत दोन प्रकारच्या पेशी का असतात ?

पानाच्या वरच्या बाह्यत्वचेखाली असलेल्या पेशी लंबगोल, एकमेकांना खेदून असून त्यांत हरितलवके खूप जादा संख्येने असतात. सूर्यप्रकाश या दिशेने येतो, त्यामुळे त्याचा जास्तीत जास्त फायदा होतो, तसेच प्रकाश व उष्णतेने खालील गोलाकार पेशींना इजा होऊ नये म्हणून अशी रचना असते.

काही पाने गुळगुळीत, काही खडबडीत तर काही केसाळ अशी कां ?

अनेक पानांच्या वरच्या व खालच्या बाह्यत्वचेच्या पेशींची विशिष्ट प्रकारे वाढ होऊन त्यापासून लव, केस अशा रचना निर्माण होतात. वनस्पतींमध्ये भोवतीच्या वातावरणाशी जुळवून घेताना अनुकूलन घडतं. काही अवयवांची कार्ये बदलतात किंवा त्यांना अनुकूलन झालेले आढळते. पानांना अन्न बनवणे आणि श्वसन या खेरीज काही कामे करावी लागतात. उष्णकटिबंधीय प्रदेशात जास्तीचा प्रकाश परावर्तित करण्यासाठी पानं मऊ, चकचकीत आणि गुळगुळीत असतात. तर मध्यम आर्द्रतेच्या प्रदेशात बाष्पोत्सर्जनाला अटकाव व्हावा म्हणून पानं वरच्या बाजूला केसाळ असतात.

काही ठिकाणी पानांमध्ये क्षारांचा अतिरिक्त संचय होतो. त्यांचं उत्सर्जन व्हावं म्हणून पानं खालच्या बाजूला केसाळ असतात. खारफुटीच्या जंगलात अशी salt glands असलेली पानं आपल्याला दिसतात. सागवानासारख्या काही वनस्पतींच्या पानातील शिरा फार ठळक असतात, अशी पाने खडबडीत वाटतात. हे काहीच नसणारी पाने (उदा. विड्याचे-खायचे पान) गुळगुळीत वाटतात.

काही पाने तेलकट का असतात ?

वरच्या व खालच्या बाह्यत्वचेवर सर्व पानांत क्यूटिनचा थर असतो. त्याचा संरक्षणासाठी उपयोग होतो. काही प्रकारच्या वनस्पतीत हा थर जाड असल्याने पाने तेलकट वाटतात. रई, घायपात इ. वनस्पतीत क्यूटिन ऐवजी मेणासारख्या पदार्थाचा थर असतो, त्यामुळे अशी पाने पांढरट वाटतात.

अ.चिं.इनामदार

पानांची गोष्ट

भाग - २

लेखक : अ.चिं. इनामदार

द्विदल वनस्पतींत पानांचे दोन स्पष्ट भाग दिसतात - पर्णवृंत (Petiole) व पर्णपाते (Lamina). पर्णपाते एकसंध आहे की त्याचे भाग झाले आहेत यावरून पान साधे की संयुक्त हे ठरते. याशिवाय पर्णपात्याची कड कमी-जास्त आत वळलेली असू शकते. अशा प्रकारे साध्या पानापासून संयुक्त पानाची रचना झाल्याची कल्पना येऊ शकते. पानाचा आकार पक्ष्याच्या पिसाप्रमाणे (Pinnate) किंवा हाताच्या पंजाप्रमाणे (Palmate) असू शकतो. साधी पाने व संयुक्त पाने या दोन्हीत याची उदाहरणे मिळतात.

गवत, ज्वारी, ऊस यासारख्या वनस्पतीत पर्णवृंत नसतो, त्याऐवजी पूर्णतः किंवा काही प्रमाणात गुंडाळलेला पानाचा भाग (Leaf Sheath) असतो. पान ज्या पर्वसंधी (Node) पासून अलग होते त्याच्या खालच्या पर्वसंधीपासून किंवा दोन पर्वसंधीमधून या गुंडाळीची सुरुवात होते.

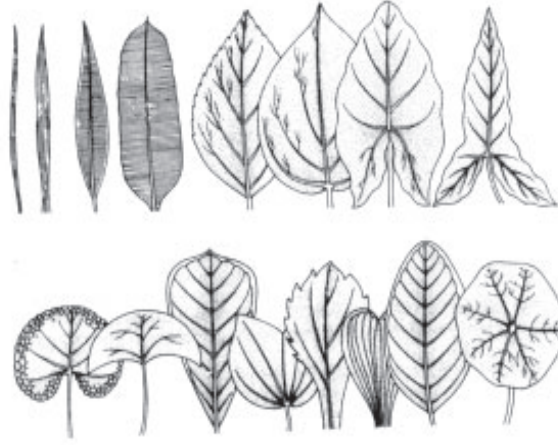
संयुक्त पानांमुळे पर्णपात्यांवर सूर्यप्रकाश पडतो, पण इतर पानांवर प्रकाश पडायला

अडथळा होत नाही, तसाच वाऱ्यालाही अडथळा होत नाही. पानाचा आकार फार मोठा असल्याने 'रंभा-काननात वारा' आल्यावर केळीच्या पानाच्या होणाऱ्या धांदोट्या आपण पाहातोच.

थोडक्यात म्हणजे पानांचे आकार, पर्णवृंत, पर्णपाते, त्याची कडा, शेंडा, शिराविन्यास व साधी व संयुक्त पाने यांत निरनिराळ्या वनस्पतीत प्रचंड वैविध्य आढळते.

पाने : कशी कशी ?

पाने वनस्पतीवर कशी मांडली जातात हे आनुवंशिकतेने ठरते. प्रत्येक प्रजातीचे ते वैशिष्ट्य असते, आणि कित्येकदा वनस्पतीची ओळख पटण्यासाठी त्याचे साहाय्य होते. पानांच्या मांडणीप्रमाणे एका आड एक, दोन पानांची जोडी, दोन पानांच्या जोड्या एकमेकांना लंबरूपात, चक्राकार व सर्पिल मांडणी असे याचे प्रकार आहेत. या मांडणीचे नियंत्रण कसे होते याबद्दल फारशी माहिती नाही. एका कल्पनेप्रमाणे एक पान



पानांचे विविध आकार

तयार होतांना आजूबाजूला निर्बंधित क्षेत्र तयार होते, आणि त्यामुळे पानांची विशिष्ट मांडणी तयार होते.

पानांच्या जबाबदाऱ्या

पानांची मुळातली व खरी जबाबदारी म्हणजे श्वसन, बाष्पोश्वसन व प्रकाशसंश्लेषण. पण अनेक वनस्पतीत रूपांतरित पाने किंवा त्यांचे भाग इतर अनेक कामे करतात.

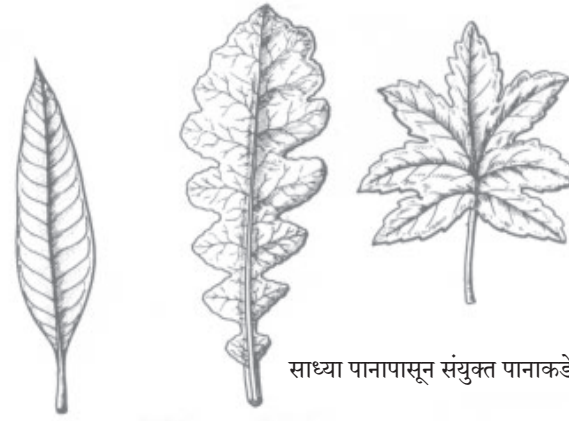
कोरफड व घायपातात पानांत पाणी साठविले जाते, त्यामुळे या वनस्पती पाण्याशिवाय अनेक दिवस राहू शकतात. कांद्यात अशी पाने अन्न व पाणी साठवून ठेवतात. त्यामुळे कांद्याची बाहेरची पाने वाळलेली व आतील क्रमाक्रमाने अधिकाधिक मांसल असतात. वाटाणा, रानजाई, कळलावी या वनस्पतीत पानांचे

रूपांतरण आधार देणाऱ्या तणावात होते. ऑस्ट्रेलियन बाभळीत पर्णवृंत पर्णपात्याचे काम करतो. यात संयुक्त पाने असतात, पण जून पानात फक्त पर्णवृंत व त्याच्या शेंड्याला एक खूण दिसते - पर्णपाती नसतात.

निवडुंगात पानांचे रूपांतर काट्यात झालेले असते.

बाभळीत उपपर्णांचे (Stipules) काटे बनतात. या व अशा वनस्पतींना यामुळे प्राण्यांपासून संरक्षण मिळते. केळीत खोड नसते, पण अनेक पानांचे सुरुवातीचे भाग एकांत एक घट्ट गुंडाळलेले असतात, ते खोडाप्रमाणे दिसतात व काम करतात. बिगोनिया व पानफुटीत पानापासून नवीन वनस्पती तयार होतात. बोगनव्हिलात ज्याला आपण फुले समजतो ती रूपांतरित पाने असतात. तीन पानांच्या अशा गुच्छात प्रत्येक पानाच्या कुशीत एक फूल असते.

कीटकभक्षी वनस्पतींत कीटकांना आकर्षित करण्यासाठी पाने विचित्र आकाराची आणि / किंवा चकाकती असतात. कीटकांना पकडल्यानंतर त्यांच्यातील पोषक पदार्थ पानांमार्फतच शोषले जातात. कोणत्याही वनस्पतीची पाने



साध्या पानापासून संयुक्त पानाकडे

पाणी व द्रव रूपातील असेंद्रिय पदार्थ शोषून घेऊ शकतात, त्यामुळे या गरजा जलद भागतात.

‘पान’ याचा सर्वसाधारण अर्थ हिरवे-प्रकाशसंश्लेषण करणारे असा असला तरी वनस्पतींत सहा प्रकारची पाने असतात. ती म्हणजे

- दलीय पाने (cotyledonary leaves),
- ज्या पानाच्या कुशीत फूल येते ते (Bract)
- कांद्यात असणारी शल्कपर्णे (Scale leaves)
- वनस्पतीची पहिली काही पाने (prophylls),
- फुलामधील चार दले (floral leaves)
- नेहमीची पाने (foliage leaves).

वनस्पतीचे बी रुजल्यावर द्विदल वनस्पतीत प्रथम दलीय पाने जमिनीवर येतात. त्यानंतर येणारी पहिली काही पाने व

नंतरची पाने यात फरक असू शकतो. उदाहरणार्थ, नेहमी संयुक्त पाने असलेल्या वनस्पतीची पहिली काही पाने साधी असतात, हळूहळू त्यांना संयुक्त पानांचे रूप येते.

पानांच्या कार्याचा विचार केला तर खालील प्रमाणे दिसते. पानांचे

आयुष्य मर्यादित असल्याने जे टाकाऊ पदार्थ वनस्पती उत्सर्जित करू इच्छितात, असे उपद्रवकारी पदार्थ जून पानात साठविले जातात. टॅनिन्स (चहाची पाने, बाभळ/खैराची पाने व खोड), अल्कलॉईड्स (उदा. तंबाखूची पाने) अशी काही ठळक उदाहरणे देता येतील. याशिवाय वनस्पतीच्या चयापचयातून तयार होणारे दुय्यम पदार्थ (उदा. रेझिन्स, बाष्पनशील तेले, लॅटेक्स इ.) निरनिराळ्या वनस्पतींच्या पानात आढळतात.

श्वसनाचे कार्य पाने करतात हे उघडच आहे. बाष्पोश्वसन (Transpiration) क्रियेला अनेकदा ‘आवश्यक आपत्ति’ (Necessary evil) म्हटले जाते, या क्रियेत खोडाच्या काष्ठकुतीमधून व त्यानंतर पर्णवृंताच्या काष्ठकुतीमार्फत पेशीमध्ये आलेले पाणी वाफेच्या स्वरूपात पर्णरंध्रातून



पिसाच्या आकाराची संयुक्त पाने

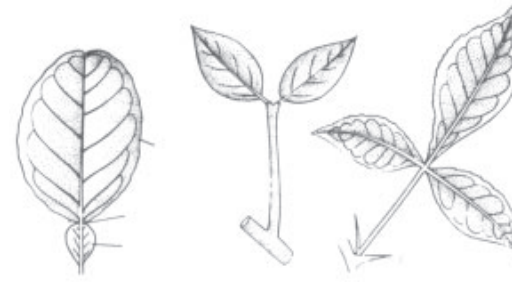
आसमंतात सोडले जाते. पाण्याची वाफ होण्यासाठी प्रचंड उष्णता लागते व ती पानाच्या अंतरंगातून घेतली गेल्याने वनस्पती थंड राहातात. याशिवाय मुळापासून वनस्पतीच्या शेंड्यापर्यंत पाण्याचा एक स्तंभ तयार होतो व त्यामुळे मुळांनी शोषलेले पाणी अगदी १०० मीटर्स उंच वृक्षाच्या शेंड्यापर्यंत पोहोचते. या प्रक्रियेसाठी खूप बल लागते व वनस्पती ते कसे मिळवतात याबद्दल अनेक उपपत्ति आहेत, पण सर्वात जास्त पटणारी व सर्वात कमी शंका असणारी उपपत्ति 'बाष्पोच्छ्वसनाने तयार होणारा पाण्याचा स्तंभ' ही आहे (म्हणजे वनस्पतीत पाणी खालून वर 'ढकलले' जात नाही तर 'ओढले' जाते.)

हिरवी पाने (व काही प्रमाणात हिरवे-कोवळे खोड) प्रकाशसंश्लेषण करतात हे आपणास माहित आहे. यासाठी हरितलवके महत्त्वाची असतात. हरितलवके हा लवकांचा एक प्रकार आहे. आदि-लवके (proplastids) ही अग्रंक्रुरात असतात.

त्यांचे रूपांतर हरितलवके, रंगीतलवके व स्टार्च असणारी लवके यांच्यात होते. सूर्यप्रकाशाने हे रूपांतर होते.

हरितलवके ही तंतुकर्णिकाप्रमाणे (Mitochondria) बऱ्याच प्रमाणात स्वयंपूर्ण असतात. आनुवंशिकतेला कारण असणारी तत्त्वेही त्यात असतात, झाडातली स्वतःची बरीचशी प्रथिनेही हरितलवके बनवू शकतात. उत्क्रांत वनस्पतीत विविध प्रकारची रंगद्रव्ये असतात. क्लोरोफिल A व B ही प्रधान रंगद्रव्ये असून कॅरोटिन्स व झॅथोफिल्स ही साहाय्यक रंगद्रव्ये असतात. सूर्यकिरणांच्या वर्णपटातील वेगळे पण ठराविक तरंग ती शोषून घेतात व क्लोरोफिल-A कडे पाठवितात. क्लोरोफिल-A मध्ये प्रकाशसंश्लेषणाचे कार्य होते.

प्रकाश संश्लेषण क्रियेतील विविधता
कर्बद्विप्रणिल वायू, हरितद्रव्ये व सूर्यप्रकाश यांचा वापर करून वनस्पती अन्न तयार करतात हे आपणास माहित आहे. प्रकाश-संश्लेषण ही रासायनिक दृष्ट्या विघटन



पंजाच्या आकाराची संयुक्त पाने

(Reduction) प्रक्रिया आहे. तीमध्ये मूलतः CO₂ मधील C चे विघटन होऊन शर्करा तयार होते. यासाठी प्रकाश, पाणी व ऊर्जा यांची गरज असते. पाण्याचे सूर्यप्रकाशातील शक्ती वापरून अपघटन होते. हायड्रोजन नंतर कार्बनला जोडला जातो व ऑक्सिजन उपपदार्थ म्हणून तयार होतो. हरितद्रव्ये यामध्ये मध्यस्थाचे (catalyst) काम करतात.

पानांची आंतररचना वेगवेगळी असते. आवृत्तबीजी वनस्पतीत तीन वेगवेगळ्या पद्धतीने प्रकाश संश्लेषण क्रिया होते.

सूर्यफूल, घेवडा व बहुतेक द्विदल वनस्पतीत या प्रक्रियेत कार्बनचे ३ अणू असलेला ओळखता येण्याजोगा पहिला रासायनिक पदार्थ तयार होतो, म्हणून त्याला C3 मार्ग म्हणतात. या प्रकारच्या वनस्पतींच्या पानांत प्रकाश संश्लेषण करणाऱ्या दोन प्रकारच्या पेशी असतात व त्यांची हरितलवके एकाच प्रकारची असतात. या प्रकारच्या वनस्पती संख्येने सर्वात जास्त आहेत, व त्या सर्व ठिकाणी आढळतात.

ऊस, मका, ज्वारी, माठ व आणखी काही वनस्पतीत पानांची आंतररचना वेगळी असते, प्रकाश संश्लेषण करणाऱ्या पेशी एकाच प्रकारच्या असतात, पानांतील शिराविन्यास समांतर असतो व कापलेल्या शिरांत Bundle sheath ठळकपणे दिसते.



पानांची खोडावर मांडणी



शिराविन्यासाचे विविध प्रकार

हरितलवके दोन प्रकारची असतात. या वनस्पतीत CO_2 स्वीकारून तयार झालेला पहिल्या रासायनिक पदार्थात कार्बनचे चार अणू असतात, म्हणून त्याला C4 मार्ग म्हणतात. या प्रकारातील बहुतेक वनस्पती उष्ण कटिबंधात आढळतात, यांचा प्रकाश-संश्लेषणाचा वेग अधिक असतो, व त्यांना प्रकाशसंश्लेषण क्रियेसाठी अधिक ऊर्जेची गरज असते.

काही वनस्पतीत गरजेनुसार C3 व C4 या दोन्ही पैकी कोणत्याही एका मार्गाने प्रकाश संश्लेषण केले जाते.

अननस, पानफुटी, कोरफड, शेर व जाड पाने असणाऱ्या इतर काही वनस्पती वाळवंटी, शुष्क परिस्थितीत वाढतात. त्यांना पाणी काटकसरीने वापरण्याची गरज असते. अशा वनस्पतींच्या पानांची पर्णछिद्रे रात्री उघडी (कमी तापमानामुळे) व दिवसा बंद असतात. अशा वनस्पती रात्री CO_2 घेतात व काही विशिष्ट आम्लांमध्ये (ऑक्झॅलो

अॅसेटिक/अॅस्पार्टिक अॅसिड/मॅलिक अॅसिड) साठवून ठेवतात. दिवसा या आम्लांमधून CO_2 सुट्टा होतो व प्रकाशसंश्लेषण क्रिया पूर्ण होते. या क्रियेला CAM (क्रेसुलेसीयन अॅसिड मेटॅबोलिझम) म्हणतात.

विविध परिस्थितीत वाढणाऱ्या वनस्पतींनी सभोवतालच्या अनुकूलनासाठी प्रकाश संश्लेषणाचे वेगवेगळे मार्ग स्वीकारलेले असावेत.

पानांची आंतररचना व वनस्पतींचा चयापचय त्या कोणत्या पद्धतीने प्रकाशसंश्लेषणाची क्रिया करतात याला अनुरूप असते. वनस्पतींचे व त्यांच्याकरवी सर्व प्राण्यांचे उदरभरण करणाऱ्या पानांची अशी आहे गोष्ट!

प्रकाश संश्लेषण आणि श्वसन याबद्दल अधिक जाणून घेऊया पुढच्या लेखात.

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

पानगळ



वसंत ऋतूत झाडांना कोवळी पालवी फुटते. वर्षा ऋतूमध्ये पावसामुळे जिकडे - तिकडे हिरवीगार वनश्री दिसते पण शिशिरामध्ये मात्र पानगळ सुरू होते. इतके दिवस पर्ण-संभाराने डौलदार दिसणारी झाडे पर्णहीन

झाल्यावर सांगाड्याप्रमाणे दिसू लागतात. का होत असेल ही पानगळ ?

उत्पत्ती-स्थिती लय या सृष्टीच्या नियमाप्रमाणे प्रत्येक जीवित वस्तूचा अंत होतोच. याच नियमानुसार पानं त्यांचं अन्न बनवण्याचं कार्य संपलं की गळून पडतात. पानाचा देठ ज्या ठिकाणी खोडाला चिकटलेला असतो तिथे पान जून झाल्यावर पेशीचा एक विशिष्ट थर निर्माण होतो. त्यामुळे पानाला पाणी व क्षारांचा पुरवठा होत नाही व पान सुकते. या काळात पानातले शर्करा, प्रथिनं, डीएनए असे उपयोगी पदार्थ झाडाच्या इतर भागात काढून घेतले जातात

आणि झाडांच्या चयापचय क्रियेत तयार झालेले नको असलेले पदार्थ पानात साठवले जातात. म्हणजेच पान पिकल्यावर गळून पडताना उत्सर्जना - चंही काम करतं.

पान पिकतं म्हणजे काय ?

अगदी कोवळं पान तांबूस, पांढुरक्या रंगाचं असतं. त्यावर सूर्यप्रकाश पडल्यावर पानातील आदिलवकांचे रूपांतर हरितलवकांमध्ये होते व पान हिरवे होते. या हरितलवकांच्या मदतीनेच पान अन्न तयार करते. या हरितलवकांचे क्लोरोफिल A आणि क्लोरोफिल B असे दोन प्रकार असतात. या खेरीज पानांमध्ये कॅरोटिन्स आणि झॅथोफिल्स ही रंगद्रव्ये असतात. प्रत्येक वनस्पतीच्या प्रजातीत त्यांचं प्रमाण व प्रकार ठराविक असते. पानावर पडणाऱ्या प्रकाश उष्णतामान व प्रकाश काल (photoperiod) यांचा पानातील रंगद्रव्यांचे प्रकार

व प्रमाण यावर परिणाम होतो. पाना-फुलांच्या उघडण्या-मिटण्याच्या हालचाली, पर्णरंध्रांचे उघडणे-मिटणे, कर्बग्रहण, श्वसनाचा वेग यावरही प्रकाशकालाचा परिणाम होतो. पृथ्वीवरील वेगवेगळ्या ठिकाणी दिवस रात्रीचा काल म्हणजेच प्रकाशकाल वेगवेगळा असल्याने पानांमध्ये विविध रंग आढळतात. इतकेच नाहीतर पानाचे रंग वेगवेगळ्या ऋतूत बदलत जातात.

पान पिकताना त्यातील हरितलवकांचं रूपांतर इतर लवकांमध्ये होतं. पान पिकल्यावर पिवळं होतं. वर सांगितल्याप्रमाणे हळूहळू त्याचा खोडाशी संपर्क तुटतो आणि सुकलेलं पान गळून पडतं. पानगळीच्या काळात म्हणजे शिशिर ऋतूमध्ये हे रंगबदल जास्त आढळतात. ध्रुवीय प्रदेशांकडून उष्ण-कटिबंधाकडे रोज ६० ते ७० किमीच्या परिसरात पानांचे रंग बदलत जातात. जसा मोसमी पाऊस टप्प्याटप्प्यानी केरळ कडून पुढे सरकत जातो तसेच हे पानांचे रंग बदलत जातात. हे बदलते रंग आणि पानगळ बघण्यासाठी युरोपीय देशांमध्ये लोकांच्या झुंडीच्या झुंडी येतात. पूर्व-उत्तर अमेरिकेत या काळात पर्यटन व्यवसायातून करोडो डॉलर्सची उलाढाल होते. शिशिर ऋतूमध्ये हिवाळा असतो. दिवस लहान आणि रात्र मोठी असते. त्यामुळे प्रकाशकाल कमी

असतो. म्हणूनच या मोसमात रंगबदल व पानगळ होते. पाश्चिमात्य देशातले थंड हवामान रंगबदलाला अनुकूल असते. आपल्याकडेही काश्मिरसारख्या थंड प्रदेशात पानांचे बदलते रंग निसर्गसौंदर्यात भर घालतात. अंतराळातून पाहिल्यास या काळात पृथ्वी जास्तच रंगीबेरंगी दिसते.

रंगबदल कशासाठी ?

हरितलवकांचे इतर लवकांमध्ये रूपांतर होऊन पानात रंगबदल होतो हे आपण पाहिलं. पण हे रूपांतर का होते ? हे आता पाहू.

पानं पिकताना सुरुवातीला हरितलवकांचं विघटन होऊ लागतं. पानं पिवळी पडू लागतात. सन १८९० मध्ये अँटोन केरनर यांनी याबाबत संशोधन केलं आणि सांगितलं की पानगळीच्या आधी हरितलवकांचे कण आकुंचित होऊन त्यांचे चमकदार कण तयार होतात. नंतर जवळजवळ शंभर वर्षांनी असं लक्षात आलं की हे पिवळे आकुंचित झालेले कण म्हणजे प्रथिन आणि स्निग्धांशाचा चयापचय क्रियेत नको असलेला भाग आहेत. ऑक्सिडीकरणामुळे हे कण कडक होतात. नवीन संशोधनानुसार हरित-लवकांच्या विघटनाचे वेगवेगळे प्रकार आहेत. पानगळीच्या या काळात जगभरातलं सगळं हरितद्रव्य नष्ट होतं. उष्णकटिबंधीय प्रदेशात जवळजवळ ३० कोटी टन हरितद्रव्य

दरवर्षी नाहीसं होतं आणि संपूर्ण जगभर जवळ जवळ १२ अब्ज टन हरितद्रव्यांचं विघटन होतं. पुढे त्याचं रंगहीन पदार्थां रूपांतर होतं. पिवळी लवकेही विघटित होऊन रंगहीन होतात.

या रंगबदलांमुळे अर्थातच पानाचं अन्न बनवण्याचं काम संपतं आणि मग सुकलेलं पान गळून पडतं.

हरितद्रव्याचं विघटन - एक महत्त्वाची प्रक्रिया.

हरितद्रव्याचं विघटन झालंच नाही तर काय होईल याविषयी इकॉलॉजीच्या अभ्यासकांचं म्हणणं आहे की जर हरितलवकं नष्ट झाली नाहीत तर ती साचत राहतील - विशेषतः समुद्रामध्ये ! दरवर्षी समुद्रात अब्जावधी टन हरितद्रव्य साठत राहिल आणि सूर्याचे अतिरक्त (Infra-red) किरण शोषून घेत राहिल. मग जमिनीवरच्या झाडातील हरितद्रव्याला प्रकाश कमी पडू लागेल.

अतिरक्त किरणांसाठी होणाऱ्या या स्पर्धेमुळे सामुद्रीजीवन संकटात येऊ शकेल. म्हणजेच हरितलवकांचं इतर लवकांमध्ये रूपांतर होणं, पानं पिकणं, सुकणं आणि गळून पडणं या सर्व गोष्टी आवश्यक आहेत. आधीची पानं गळून गेल्याशिवाय नवीन पालवी कशी येणार ? एकाचा अंत ही दुसऱ्याची सुरुवात आहे. सृष्टीचा हा नियम आहे. निसर्गात अनावश्यक वाटणाऱ्या गोष्टीमागेही कार्यकारण दडलेले असते. जीवनचक्र त्यामुळेच अबाधित राहते. आजच्या पानगळीतूनच उद्याचा वसंत फुलणार असतो.

लेखक : यशश्री पुणेकर

आधार :

१) क्यूँ और कैसे ? मार्च १, २००५ मधील डॉ. किशोर पवार यांचा लेख.

२) अ.चिं. इनामदार यांचा दिवस तुझे हे फुलायचे हा शै.सं. अंक ४० मधील लेख.

हिंदी - संदर्भ

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये १०० आहे.

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

वितरण : एकलव्य, इ-७, एचआयजी, ४५३, अरेरा कॉलनी, भोपाळ-४६२०१६

प्लुटो

लेखक : टी. व्ही. वेंकटेश्वरन • अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे

१३ मार्च १९३० - प्लुटो हा नवीन ग्रह आपल्या सूर्यमालेमध्ये दाखल झाला. हा ग्रह शोधून काढण्यासाठी कित्येक वर्षे खगोलतज्ज्ञ त्यांच्या दुर्बिणी रोखून प्रयत्न करत होते. कारण अठराव्या शतकात सापडलेल्या युरेनसच्या कक्षेचं गणित नीटपणे सुटत नव्हतं. नेपच्यूनच्या शोधानंतरही सुटत नव्हतं... याचा अर्थ होता, नेपच्यून पलीकडे आणखीही एखादा ग्रह असण्याची शक्यता.

हाच तो प्लुटो, ३० साली सापडला. पण गेल्या ऑगस्टमध्ये जगभरातल्या खगोलतज्ज्ञांनी मिळून 'आता प्लुटो हा ग्रह समजला जाणार नाही' असा निर्णय घेतला. का बरं?

अठरावे शतक संपत आले होते. त्यावेळच्या ग्रहांच्या यादीमध्ये पृथ्वीसह बुध, शुक्र, मंगळ, गुरु आणि शनि एवढेच होते. ते नुसत्या डोळ्यांनी दिसतात. जगभरच्या सगळ्या जुन्या संस्कृतींमध्ये हे ग्रह माहीत असल्याचे उल्लेख सापडतात. त्यामुळे १३ मार्च १७८१ रोजी त्यावेळच्या सर्वात मोठ्या दुर्बिणीतून पाहताना विल्यम हर्शेल यांना युरेनस हा ग्रह सापडला, तो क्षण खगोलशास्त्राच्या इतिहासातला संस्मरणीय ठरला. ग्रह सापडल्यावर त्याच्या कक्षेचं गणित बसवणं खरं तर सोपं काम. पण...

युरेनसचं सूर्याभोवती फिरणं हे न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमांवर आधारित कक्षेनुसार घडत नव्हतं. त्यात मधून मधून भलतेच बदल होताना दिसत. याचं कारण काय असेल? काहींना गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमांबद्दल शंका यायला लागली, तर काहींना वाटायला लागलं की युरेनसपलीकडे आणखी एक ग्रह असणार! फ्रेंच गणितज्ञ लप्लास यांच्या perturbation * theory चा वापर करून आता अज्ञात वस्तूमुळे निर्माण होणाऱ्या गुरुत्वाकर्षणाचे विश्लेषण करता येऊ लागले

* गोंधळ, आंदोलन

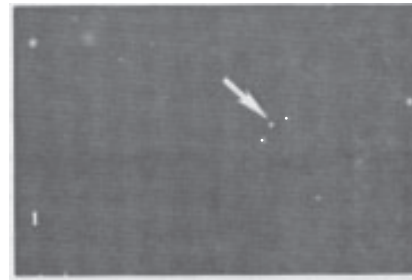
होते. याचाच वापर करून युरेनसचे कोडे सोडवण्यात सगळे युरोपीय खगोलतज्ज्ञ गुंतले होते. १८४५ मध्ये एक तरुण गणितज्ञ जॉन काऊच अँडॅम्स यांनी आठव्या ग्रहाची शक्यता वर्तवली. पण तिकडे इंग्लंडमधल्या कोणी लक्षच दिलं नाही.

याच सुमारास फ्रान्सच्या ज्याँ योसेफ लॅव्हेरियर यांनी नवीन ग्रह कुठे सापडेल त्याबद्दल गणिताने अनुमान काढले व बर्लिन वेधशाळेला दिले. अनुमानाच्याजवळ, एक डिग्रीच्या अंतरातच वेधशाळेला नवा ग्रह सापडला - तोच नेपच्यून.

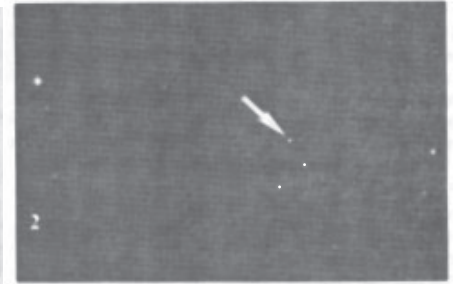
आता युरेनस आणि नेपच्यून दोन्हींच्या कक्षेची गणितं बरोबर सुटायला हवी होती. पण तसं काही होईना. दोन्ही ग्रह प्रत्यक्षात गणितापेक्षा वेगळेच वागत होते. म्हणजे - आणखी एक ग्रह असणार - असे अंदाज वर्तवले जाऊ लागले. या अज्ञात ग्रहाला शोधायच्या कामात पर्सिवल लॉवेल यांनी नवेच तंत्र वापरले.

पर्सिवल लॉवेल

पर्सिवल लॉवेल यांचा जन्म अमेरिकन श्रीमंत कुटुंबात झाला. करियरच्या सुरुवातीची सतरा वर्षे त्यांनी व्यापार, कूट-नीतिकमिशनमध्ये परदेश सचिव अशी कामे केली. त्यांना पहिल्यापासूनच गणित आणि खगोलशास्त्रात रस होता. त्यामुळे ऑरिझोना इथे एक कामचलाऊ वेधशाळा बनवून त्यांनी मंगळाबद्दल संशोधन सुरू केले. नंतरच्या काळात त्यांचे लक्ष युरेनस व नेपच्यून पलीकडे असेल असा अंदाज असलेल्या त्या अज्ञात ग्रहाकडे गेलं. हा अज्ञात ग्रह 'X' शोधण्यासाठी त्यांनी एक नवीनच कल्पना लढवली. आकाशातल्या विशिष्ट भागाचा फोटो काढायचा. ठराविक दिवस (किंवा वर्षे) झाल्यानंतर पुन्हा त्याच भागाचा फोटो काढायचा. या दोन फोटोंची तुलना करून शोध घ्यायचा. अशा पद्धतीने चारचारशे फोटो तपासून अनेक धूमकेतू, लघुग्रह आणि तेजस्विता कमी जास्त होणाऱ्या ताऱ्यांचा



२३ जानेवारी १९२९ रोजी घेतलेला फोटो



२९ जानेवारी १९२९ रोजी घेतलेला फोटो

शोध लागला. पण 'X' ग्रह काही सापडला नाही.

दोन फोटोंची तुलना करण्याची ही पद्धत अभिनव होती. पण सोपी नव्हती. नशिबाने त्यांना तुलना करणारं एक विशेष उपकरण मिळालं. दोन्ही फोटो विशिष्ट पद्धतीने, शेजारी शेजारी ठेवले जात. नंतर दोन्ही फोटो एकआड एक असे पटापट प्रकाशमान केले जात. त्यांच्याकडे पाहताना स्थिर ताऱ्यांच्या पार्श्वभूमीवर जागा बदलणारा किंवा तेजस्विता कमी-जास्ती होणारा बिंदू चटकन ओळखता येई. त्यामुळे थोड्या दिवसांच्या अंतराने काढलेल्या दोन फोटोंवरून धूमकेतू, लघुग्रह हे जागा बदलताना दिसून येत. इतर ताऱ्यांच्या जागा मात्र कायम राहतात. त्यांचे हे असे संशोधन सतत तीन वर्षे चालू होते.



क्लाइड टॉम्बाऊ

शेवटी १९१६ मध्ये लॉवेल यांचा मृत्यू झाला. या वेधशाळेच्या कामासाठी त्यांनी मृत्यूपत्रात ठेवलेल्या संपत्तीसाठीच्या कोर्टकचेऱ्यात बारा वर्षे निघून गेली. १९२९ साली हे काम पुन्हा सुरू झाले. आता याची जबाबदारी क्लाइड टॉम्बाऊ यांनी घेतली.

पुन्हा संशोधन

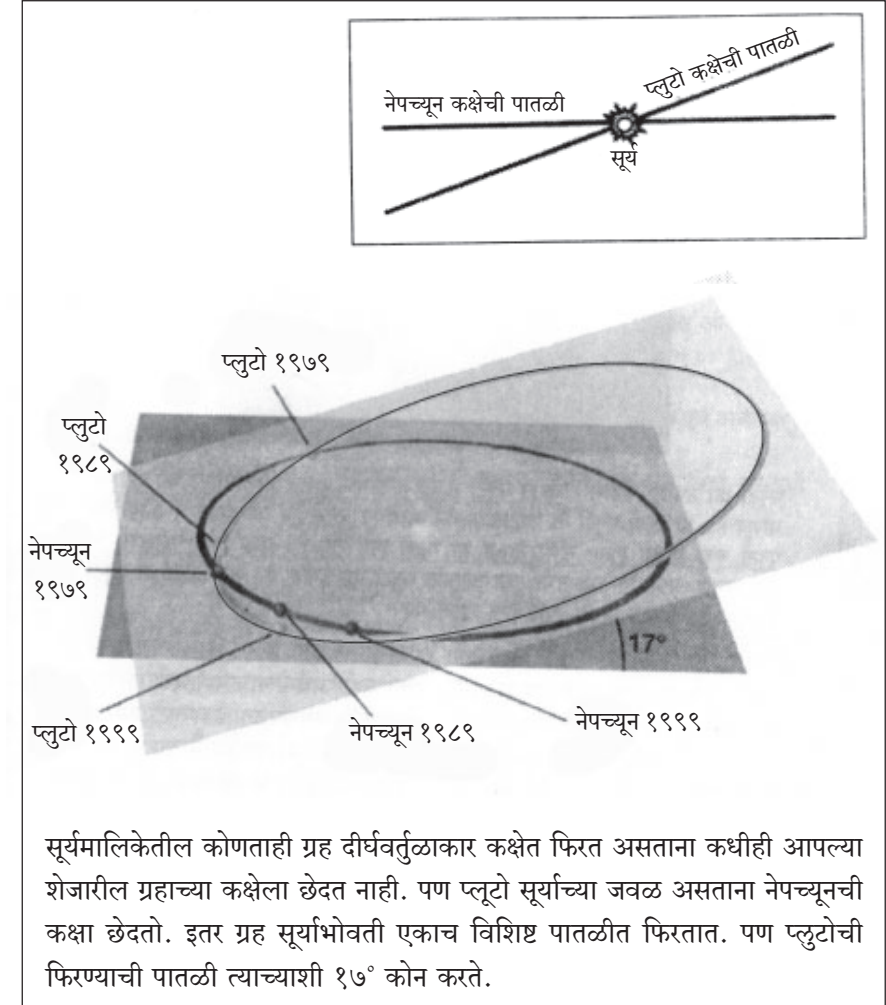
क्लाइड टॉम्बाऊ यांच्या वडिलांनी आणि काकांनी त्यांना लहानपणीच आकाशनिरीक्षणाची गोडी लावली होती. दुर्बिन बनवून आकाशनिरीक्षण त्यांनी सुरू केलं होतंच. पुढे नशिबाने लॉवेल वेधशाळेत त्यांना नोकरीही मिळाली. १३ इंची F/5 कॅमेऱ्याने तीन तीन फोटोंचे संच घेऊन मिथुन राशीजवळच्या आकाशापासून त्यांनी अज्ञात ग्रहाच्या शोधाची सुरुवात केली. सर्व राशींचे फोटो घेत घेत ते पुन्हा मिथुन राशीपर्यंत पोचले. डेल्टा जेमिनोरम या ताऱ्याजवळचे फोटो २१ जानेवारी, २३ जानेवारी आणि २९ जानेवारीला (१९३०) घेतले गेले. या फोटोंची प्रत्यक्ष तुलना करायला १८ फेब्रुवारी उजाडला. दिवसभर काम करून थकलेले टॉम्बाऊ २३ व २९ जानेवारीला काढलेल्या फोटोंची तुलना करत होते. १७AV तेजस्वितेचा एक प्रकाशबिंदू दुसऱ्या फोटोमध्ये जागा बदलून येत होता. जसा एखादा ग्रह जागा बदलेल, अगदी तसा! हाच तर नेपच्यूनपतीकडचा ग्रह नसेल?

एक पराकाष्ठेचं कठीण काम आज संपत होतं. शेवटी तो 'X' ग्रह सापडला होता! ही घोषणा करायला त्यांनी १३ मार्चची वाट पाहिली. (त्या दिवशी पर्सिवल लॉवेल यांचा वाढदिवस होता.) बरोबर १४९ वर्षांपूर्वी युरेनसचा शोध लागला होता. आंतरराष्ट्रीय

खगोल परिषदेनं या नवव्या ग्रहाचं नाव ३० सालीच प्लुटो असं केलं, आणि PL या खुणेसह पर्सिवल लॉवेल अमर झाले.

प्लुटो - साधासुधा ग्रह नव्हे!

शोध लागण्याआधीपासूनच प्लुटोने कोडी घालायला सुरुवात केली होती. युरेनस



सूर्यमालिकेतील कोणताही ग्रह दीर्घवर्तुळाकार कक्षेत फिरत असताना कधीही आपल्या शेजारिल ग्रहाच्या कक्षेला छेदत नाही. पण प्लुटो सूर्याच्या जवळ असताना नेपच्यूनची कक्षा छेदतो. इतर ग्रह सूर्याभोवती एकाच विशिष्ट पातळीत फिरतात. पण प्लुटोची फिरण्याची पातळी त्याच्याशी १७° कोन करते.

ग्रह कोणाला म्हणायचं ?

लेखक : माधव केळकर

जुलै २००५ मधे झेना नामक पिंड प्लुटो पलीकडे सापडला. तो प्लुटोहून मोठा आहे. एक मागणी अशी झाली की झेनाला दहावा ग्रह म्हणावं. दुसरं म्हणणं असं होतं की प्लुटोलासुद्धा ग्रह मानू नये. लघुग्रहांची गोष्ट देखील काहीशी अशीच आहे. २०० वर्षांपूर्वी खगोल तज्ज्ञाच्या असं लक्षात आलं की मंगळ आणि गुरु यांच्यामध्ये एक ग्रह असला पाहिजे. शोध घेतल्यानंतर, ३१ डिसेंबर १८०० ला पहिला पिंड सेरेस सापडला. १८०४ ला दुसरा पिंड जूनो, १८०७ मधे वेस्टा असं करत करत १८५० पर्यंत ३०० पिंड सापडले. यांचे आकार काही चौरस मीटर पासून ते ५००-५०० कि.मी. लांबीरुंदी इतके विविध होते. प्रत्येक संशोधक यांना 'ग्रह' म्हणत असे. शेवटी या सगळ्यांना लघुग्रह (asteriod) असं नाव दिलं गेलं.

१९५० नंतर गेरार्ड क्विपरने प्लुटोच्या पलीकडे धूमकेतूसारखे कितीतरी पिंड शोधून काढले. त्या क्षेत्राला पुढे क्विपर पट्टा असं नाव मिळालं. १९९० नंतर क्विपर पट्ट्यामधल्या प्लुटोपेक्षा लहानलहान पिंडांचा शोध लागला होता. पण गेल्या ४ वर्षांत तिथे प्लुटोपेक्षा मोठे तीन पिंड सापडले. त्यांना २००३ UB ३१३ (झेना), २००३ EL ६१, २००५ FY ९ हे छोटे ग्रह, (minor planet) मानलं गेलं. यांच्या शोधामुळे प्लुटोला सुद्धा क्विपर पट्ट्यातील लघुग्रह मानावा लागेल हे स्पष्ट झालं. पण यामुळे काहींच्या भावनांना धक्का लागू लागला! युरेनस, नेपच्यून हे युरोपीय शास्त्रज्ञांनी शोधले तर प्लुटो अमेरिकेत. TNO (ट्रान्स नेपच्यून ऑब्जेक्ट्स) म्हणजे नेपच्यून पलीकडचे पिंड जसजसे सापडू लागले तसतशी 'ग्रह' या संकल्पनेची व्याख्या नव्यानं करावी आणि प्लुटोला ग्रह समजू नये या मागण्यांना जोर चढला. त्याचबरोबर 'प्लुटो वाचवा' मोहीमही चालू झाली - वर्तमान पत्रं, टी.व्ही. चॅनल, इ-मेल, अगदी शालेय अशा पातळ्यांवर भावनिक आवाहनं सुरू झाली.

खरं तर 'ग्रह' कशाला म्हणावं हा वैज्ञानिक प्रश्न आहे. भावनिक किंवा ऐतिहासिक दृष्टीतून सोडवण्याचा नाही. तो तार्किक पद्धतीनंच सोडवायला हवा. पूर्वी लघुग्रहांच्या (अॅस्टेरॉइड) बाबतीतही असाच प्रश्न निर्माण झाला होता. त्यातील काहींना चुकून 'ग्रह' समजलं गेलं होतं. तशीच आताही चूक दुरुस्त व्हावी. IAU बराच काळ ग्रहांची व्याख्या करण्याच्या प्रयत्नात होतीच. शेवटी ऑगस्ट २००६ मधे बैठक होऊन त्यावर निर्णय झाला. आता इथून पुढे 'ग्रह' असा असेल -

- १) सूर्याला प्रदक्षिणा घालणारा
- २) वस्तुमान इतकं असेल की स्वतःच्याच गुरुत्वाकर्षणाने त्याचा आकार गोल झालेला असेल
- ३) पिंड इतका मोठा असेल की त्याच्या प्रदक्षिणा मार्गावर इतर कोणतेही पिंड शिल्लक राहणार नाहीत.

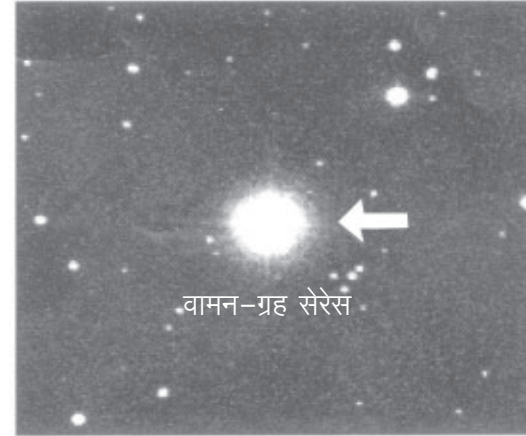
आता या अटींमुळे प्लुटो हा काही ग्रह राहिला नाही. पण इथून पुढे नव्याने सापडणाऱ्या पिंडांचं वर्गीकरण तर्कशुद्ध आणि सोपं होईल.

आणि नेपच्यूनप्रमाणेच हा ग्रह पृथ्वीहून पुष्कळ मोठा असेल असं शास्त्रज्ञांना वाटत होतं. पण त्यांच्यासारखा हा विशाल वायुगोल नव्हता. हा तर आपल्या चंद्रापेक्षाही छोटा निघाला, खडक आणि बर्फापासून बनलेला. सूर्यापासून सरासरी सहा अब्ज कि.मी. अंतरावर आणि पृथ्वीपेक्षा ३९.५ पट लांबवर. सूर्याभोवती फिरायला त्याला दोनशे अठेचाळीस वर्षे लागतात. त्याच्या लांबवुर्तळाकार कक्षेनुसार तो जेव्हा सूर्याजवळ येतो तेव्हा नेपच्यूनच्या कक्षेच्याही आतमधे

येतो. म्हणजे नेपच्यूनच्या कक्षेआतमधून जाण्याचा हा मधला (जवळजवळ वीस वर्षांचा) काळ तो सर्वात लांबचा ग्रह नसतो! १९७९ ते १९९९ हा असाच काळ होता. प्लुटोचा व्यास २३०० कि.मी. आहे. त्याचा आस १२२° झुकलेला आहे. प्लुटोवर पृथ्वीच्या ६ ते ७% इतकंच गुरुत्वाकर्षण आहे. तो आपल्यापासून लांब आहे, त्यामुळे अंतराळातल्या हबल दुर्बिणीतूनही त्याचा पृष्ठभाग फारसा स्पष्ट दिसत नाही. अंदाजापेक्षा तो लहान आणि जास्त

वामन-ग्रह - नवीन व्याख्या (IAU २००६)

- १) पिंड सूर्य प्रदक्षिणा करीत असावा.
- २) स्वतःच्या वस्तुमानामुळे जवळपास गोलाकार झालेला असावा. (गुरुत्वाकर्षण)
- ३) प्रदक्षिणा मार्गात इतरही पिंड सापडत असावेत - जसे प्लुटोच्या मार्गामधे क्विपर पट्ट्यातले इतर पिंड आहेत.
- ४) हा इतर कोणाचा उपग्रह नसावा.



नवीन वामन ग्रहांच्या यादीत प्लुटो, सेरेस व एरिस आहेत. सेडना, कॅरन यांच्याबद्दल विचार चालू आहे. ग्रह, उपग्रह व वामनग्रह सोडून सूर्याभोवती फिरणाऱ्या इतर वस्तूंना स्मॉल सोलर सिस्टीम बॉडी म्हणजे लघुपिंड म्हटलं जाईल.



१५ फेब्रुवारी २००६ रोजी हबल दुर्बिणीतून घेतलेले प्लूटो कॅरन जोडीचे छायाचित्र.

चमकदार दिसतो. प्लूटोवर जे काही वातावरण आहे ते, तो सूर्यापासून दूर गेलेला असताना गोठतं आणि मिथेनचा गोठलेला थर पृष्ठभागावर जमतो. प्लूटोच्या जुन्या फोटोंच्या निरीक्षणावरून नंतर असं लक्षात आलं की त्याच्या जोडीनं एक उपग्रह आहे जरा मोठासाच १२०० ते १५०० कि.मी. व्यासाचा. काही शास्त्रज्ञ त्याला उपग्रह न म्हणता जोडग्रह म्हणतात. याचा, कॅरनचा शोध १९७८ साली लागला. याचा पृष्ठभाग बहुधा मिथेनच्या नव्हे पण पाण्याच्या बर्फानं वेढलेला आहे. पृथ्वीचंद्रासारखेच प्लूटो-कॅरन जोडीनं सूर्याभोवती फुगडी घालतात. एकमेकांभोवती एक चक्कर मारायला त्यांना आपले ६.४ दिवस लागतात.

पृथ्वी, बाकी सात ग्रह, लघुग्रह आणि थोडेसे धूमकेतूदेखील सूर्याभोवती एकाच विशिष्ट पातळीत फिरतात. पण प्लूटोची फिरण्याची पातळी त्याच्याशी १७° कोन करते.

या सगळ्याच कारणांवरून गेली दहा वर्षे बरेच खगोलतज्ज्ञ असं म्हणू लागले होते, की प्लूटोला ग्रह समजणंच बरोबर नाही. त्याचं वर्गीकरण वेगळं करायला हवं. हा ग्रह नसून क्विपर पट्ट्यातील पिंड आहे. नेपच्यून पलीकडे असलेल्या या पट्ट्यात धूमकेतूसारखे असंख्य पिंड फिरतात.

१९९९ साली झालेल्या खगोलशास्त्रज्ञांच्या परिषदेत जरी प्लूटोची 'ग्रह' म्हणून असलेली मान्यता राहू दिली गेली तरी नंतर नेपच्यून पलीकडे सापडलेल्या अनेक पिंडांमुळे या मान्यतेला आव्हान मिळालं होतं. २४ ऑगस्ट २००६ रोजी प्राग इथे झालेल्या आंतरराष्ट्रीय खगोल संघाच्या (IAU) बैठकीत प्लूटोचा 'ग्रह' असा दर्जा/वर्गीकरण बदलून ते वामन ग्रह - dwarf planet असं नक्की केलं गेलं आहे.

शैक्षिक संदर्भ अंक ५५ मधून साभार

लेखक : टी. व्ही. वेंकटेश्वरन,

हिंदी अनुवाद : के.बी. सिंह

मराठी अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे



तापमान

लेखक : डॉ. एस्. एस्. वर्मा • अनुवाद : गो.ल. लोंडे

हिवाळ्यात आपल्या भोवतालच्या वातावरणाचे तापमान जेव्हा ३७ अंश सेल्सिअसपेक्षा कमी असेल तेव्हा तुम्ही स्वतःच्या शरीराचे तापमान मोजलं आहे का? किंवा उन्हाळ्याच्या दिवसात भोवतालचं तापमान ३७ अंश सेल्सिअसपेक्षा जास्त असतं तेव्हा शरीराचे तापमान मोजलं तर दोन्ही वेळा मोजलेले आपल्या शरीराचे तापमान ३७ अंशाच्या आसपास असतं असे तुम्हाला आढळून येईल. म्हणजेच बाहेर कडक थंडी असो, किंवा ऊन असो आपल्या शरीराचे तापमान सदासर्वदा स्थिरच राहते! कसे आणि का तुम्हाला माहित आहे? श्वसन, घाम येणे आणि इतरही कितीतरी चयापचय क्रिया सजीवांच्या शरीरात चालूच असतात. या क्रियांमुळे शरीराच्या तापमानावर आपोआप नियंत्रण केले जाते व शरीराचे तापमान स्थिर राहते. आरोग्य निरामय रहाण्यासाठी शरीराचे तापमान ३७

अंश सेल्सिअसच्या जवळपास असणे अत्यंत महत्वाचे आणि अत्यंत आवश्यक आहे कारण शरीरांतर्गत चालणाऱ्या रासायनिक क्रिया, या ३७ अंश सेल्सिअस स्थिर तापमानाला सुरळितपणे चालू राहातात. नेहमी स्थिर असणारे शरीराचे तापमान जर कधी वाढले तर आपल्याला ताप येतो आणि जर कधी खूप कमी झाले तर आपल्या शरीराचा उघडा राहिलेला भाग बधिर झाल्यासारखा वाटतो.

गरम, उष्ण, कोमट, थंड, हे शब्द गुणवाचक आहेत. ते सापेक्ष आहेत.

पाणी गरम आहे, म्हणजे ते नक्की किती गरम आहे हे नीट समजण्यासाठी त्याचे तापमान मोजून पहाणे हा



उत्तम मार्ग आहे आणि त्यासाठीच आपण तापमापक वापरतो.

अगदी सुरुवातीच्या तापमापकाला 'थर्मोस्कोप' म्हणत असत. थर्मोस्कोप कसा असावा याविषयी निरनिराळे संशोधक आपापल्या बुद्धीप्रमाणे आपल्या मनाशी आराखडा तयार करीत होते. इटालियन संशोधक सँटोरिओ याने प्रथमच तापमापकात संख्यात्मक श्रेणीचा वापर केला. गॅलिलिओने १५९३ मध्ये आद्य तापमापक

तयार केला. त्यात पाण्याचा वापर केला होता. त्या तापमापकाच्या सहाय्याने तापमानात वारंवार होणारे बदल मोजता येत होते. १७१४ मध्ये गॅब्रिएल फॅरेनहाइटने आधुनिक तापमापक तयार केला.

एखाद्या भौतिक गुणधर्मावर जर तापमानाचा परिणाम होत असेल, आणि जर तो परिणाम बदलत्या तापमानाला बदलता प्रतिसाद (योग्य प्रमाणात आणि नियमित) देत असेल तर असा कोणताही भौतिक

- तापमानाविषयी गमतीजमती -

. तोंडात तपमापक धरून तापमान पाहिले असता ते साधारणतः ९६° ते १००° फॅरेनहाइटच्या दरम्यान असते. पण सरासरी ९८.२° फॅ. असते. (३५.६° ते ३७.८°C)
. दमछाक होईल इतका व्यायाम केला तर तापमान १०३° फॅ. (३६.८°C) पर्यंत जाऊ शकते.

थंडी, वारा अंगावर बसला तर तापमान ९६° फॅ. पर्यंत खाली येऊ शकते.

२° ते ३° (१-१.५°C)ने तापमान एकदम उतरले तर अनावर थंडी भरते. परिणामी शरीरातील नाजूक स्नायूंचे आकुंचन होते.

सकाळी झोपेतून उठल्यावर, तसेच पचनक्रिया पूर्ण होत आलेली असताना तापमान कमी आढळते.

शरीराचे तापमान दिवसा वाढत जाते व नंतर ते उतरू लागते.

साधारणतः असे आढळते की स्त्रियांच्या शरीराचे तापमान पुरुषांपेक्षा किंचित जास्त असते.

ताप आला असता शरीराचे तापमान १०२° ते १०४° फॅ. असते. तापमान १०६° (४१°C) च्या पुढे गेले तर ते धोकादायक असते. त्या तापमानाला, शरीरातील रासायनिक क्रियांना मदत करणारे विकर निरुपयोगी होतात. एकंदरीने शरीर क्रियेत बिघाड उत्पन्न होतो.

गुणधर्म तापमापकाच्या रचनेचे तत्त्व म्हणून वापरता येतो. बरेचसे भौतिक गुणधर्म तापमानावर अवलंबून असतात. उदाहरणार्थ पुष्कळ पदार्थांचे आकारमान तापमानाच्या वाढीनुसार वाढत जाते. रोजच्या व्यवहारातील पाण्याच्या तापमापकात हेच तत्त्व आधारभूत आहे. विद्युत विरोधात बदल, रंगात बदल, उत्सर्जनाने (इन्फ्रारेड किरणांच्या) बाहेर टाकली जाणारी उष्णता असे काही भौतिक गुणधर्मही तापमापकाच्या रचनेला आधारभूत ठरतात.

आपल्या वापरातील तापमापकांचे प्रकार, व त्यात आधारभूत असलेले तत्त्व यासंबंधी वर्णन खाली दिले आहे.

पाण्याचा तापमापक

पाण्याचे आकुंचन - प्रसरण काचेच्या आकुंचन-प्रसरणापेक्षा अधिक जलदपणे होते. या तापमापकाचे तापमान वाढले असता त्याच्या फुग्यातील पारा प्रसरण पावतो आणि फुग्याला जोडून असलेल्या अरुंद व्यासाच्या नळीत घुसतो. तापमानात थोडा जरी बदल झाला तरी नळीतील पाण्याच्या स्तंभाची लांबी मोठ्या प्रमाणात बदलते.

थर्मिस्टर थर्मामीटर

इलेक्ट्रॉनिक्सच्या तंत्राने आजकाल अगदी सहजपणे तापमान मोजता येते. यासाठी जे उपकरण वापरतात त्याला थर्मोरेझिस्टर (किंवा थर्मिस्टर) असे म्हणतात.

तापमानातील बदलानुसार या उपकरणातील विद्युत विरोध बदलतो. संगणकाच्या, किंवा तशाच एखाद्या उपकरणाच्या सहाय्याने विद्युत विरोधातील बदलाचे तापमानाच्या आकडेवारीत रूपांतर होते व तापमान सहजपणे मोजता येते.

लिक्विड क्रिस्टल थर्मामीटर

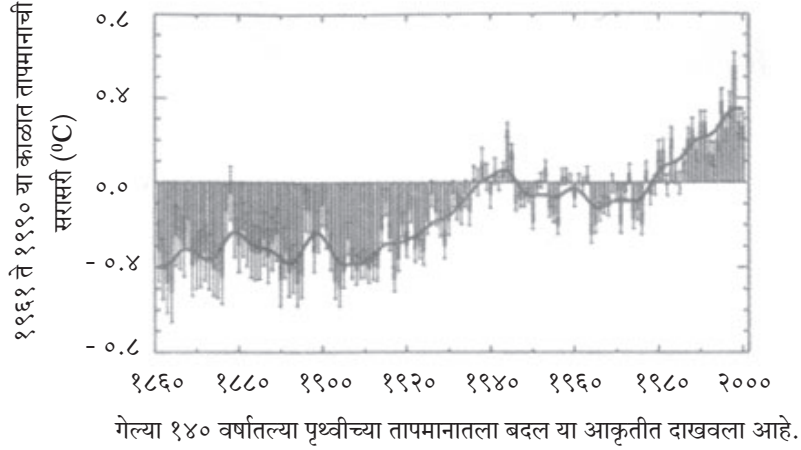
विशिष्ट तापमानाला काही द्रव स्फटिक रंग बदलतात. या तत्त्वाचा उपयोग स्फटिक थर्मामीटरमध्ये केलेला असतो.

इन्फ्रा रेड रेडिएशन थर्मामीटर

तापमान मोजण्यासाठी हे उपकरण कानात धरतात. कर्णनलिकेतून इन्फ्रारेड हे उष्णकिरण उत्सर्जित होऊन बाहेर पडतात. हे उत्सर्जन तापमानाप्रमाणे बदलत असते व त्यावरून तापमान ताबडतोब मोजता येते.

निरोगी माणसाच्या शरीराचे तापमान ९८.६ अंश फॅरेनहाइट (किंवा ३७ अंश





सेल्सिअस) असते. १३७ वर्षांपूर्वी तत्कालीन तापमापक वापरून मनुष्याच्या शरीराच्या तापमानाचा अभ्यास केला होता, त्यावरून ही 'नॉर्मल' ची किंमत ठरवली आहे.

आपल्या शरीराचे तापमान 'नॉर्मल'च्या (३७ अंश सेल्सिअसच्या) खाली जाऊ लागले तर त्याचे लगेच दुष्परिणाम दिसू लागतात. स्मृतिभ्रंश होतो, बोलताना शब्दांचे उच्चार स्पष्ट होत नाहीत, शब्दातील काही अक्षरे गाळली जातात, नेहमीसारखे सफाईदारपणे बोलता येत नाही. शरीराचे तापमान २५.५ अंश सेल्सिअस खाली (७८ अंश फारेनहाइट) गेले तर हृदयक्रिया बंद पडते व मृत्यू येऊ शकतो. मात्र नॉर्मल तापमानापेक्षा किंचित कमी तापमान शरीराला कधी कधी फायदेशीर ठरू शकते. कमी तापमानाला शरीरांतर्गत रासायनिक क्रियांचा

वेग मंदावतो. पेशींचे काम नेहमीपेक्षा कमी प्राणवायूत भागते. या तत्त्वाचा उपयोग काही शस्त्रक्रिया करताना केला जातो. शस्त्रक्रिया चालू असताना रुग्णाच्या हृदयाला किंवा मेंदूला धोका/इजा होऊ नये म्हणून रुग्णाच्या शरीराचे तापमान पुरेसे उतरवले जाते. शस्त्रक्रिया होत असताना कोणत्याही प्रकारचा धोका उत्पन्न होऊ नये, ऐन वेळी खूप रक्तस्राव होऊ नये म्हणून हृदयक्रिया थांबवण्याऐवजी अगदी मंदपणे चालू ठेवतात. त्यासाठी आवश्यक असलेले तंत्रज्ञान अवगत करण्यासाठी व विकसित करण्यासाठी शास्त्रज्ञांचे अगदी जोरात आणि अगदी निकराचे प्रयत्न चालू आहेत.

जंतरमंतर जुलै-ऑगस्ट २००६ मधून साभार

लेखक : डॉ. एस.एस. वर्मा

अनुवाद : गो.ल. लॉडे, निवृत्त प्राचार्य

करूया प्रयोग

लेखक : विवेक मांतैरो • अनुवाद : यशश्री पुणेकर

आतापर्यंत आपण अगदी साधे प्रयोग, साधी मोजमापं आणि गणिताने पृथ्वीचा परीघ (आणि त्यावरून त्रिज्या) काढली. त्यासाठी आपण साधा लंबक आणि कोनमापक पुड्यावर लावून ध्रुवताऱ्याचा क्षितिजापासून कोन मोजला.

आपण उत्तर ध्रुवावर उभे राहिलो तर हा कोन ९०° असतो आणि विषुववृत्तावर असलो तर ०° असतो. पृथ्वीवर वेगवेगळ्या ठिकाणी तो याच प्रमाणात बदलतो. एखाद्या

ठिकाणाहून बरोबर उत्तरेकडे ५०० कि.मी. प्रवास केला तर त्या दोन ठिकाणामध्ये या कोनात ४.५° फरक पडलेला आढळतो. ढोबळपणे मोजण्यासाठी आपण या गुणोत्तराचा उपयोग केला.

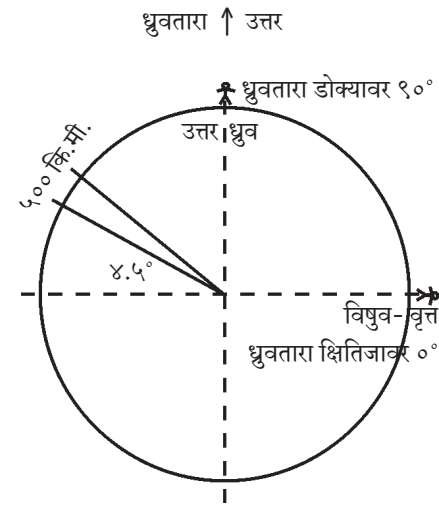
४.५° फरकास ५०० कि.मी.

तर ९०° फरकास किती कि.मी. ?

यावरून पृथ्वीचा संपूर्ण परीघ ४०,००० कि.मी. येतो.

सहाव्या इयत्तेत आपण त्रिकोण, कोन, गुणोत्तर आणि प्रमाण याबद्दल शिकतो. कोनमापकाने कोन आणि पट्टीने अंतर मोजायला शिकतो म्हणजेच आपण भूमिती शिकायला लागतो. भूमिती हा शब्द भूमापन-जमिनीचे मोजमाप या शब्दावरून आला आहे. पूर्वीच्या काळी मोठमोठ्या इमारती बांधताना आपल्या पूर्वजांना जमिनीचे मोजमाप करावे लागले.

इतिहास आपल्याला सांगतो की ख्रिस्तपूर्व तिसऱ्या शतकात (साधारण २०० वर्षे आधी) इरेतोस्थेनिस या ग्रीक शास्त्रज्ञाने पृथ्वीची त्रिज्या प्रथम मोजली. त्याचं उत्तर



६४०० किलोमीटर आलं. त्याची पद्धत वेगळी होती. वेगवेगळ्या जागी दुपारच्या ठराविक वेळी जमिनीत रोवलेल्या खांबाची सावली कशी पडते यावरून त्याने गणित करून पृथ्वीची त्रिज्या मोजली. जमिनीची, इमारतीची मोजमापं ठरवणं वेगळं आणि त्यावरून पृथ्वीच्या आकाराची कल्पना करणं वेगळं. अशी कल्पनेची भरारी घ्यायला मोठंच मनोधैर्य लागतं. मोठमोठे शोध असेच लागतात. पृथ्वीची त्रिज्या मोजण्याचा शोध हा मानवी इतिहासातल्या महत्त्वाच्या दहा शोधांपैकी आहे.

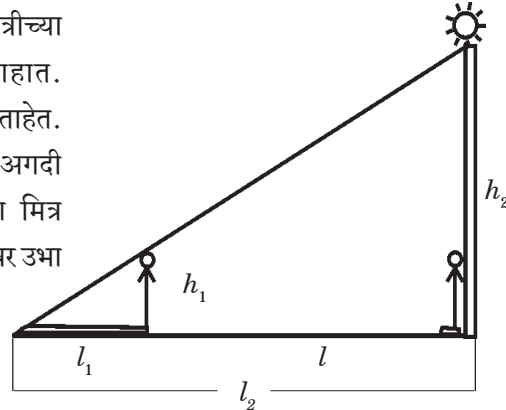
पण यातली गंमतीची गोष्ट अशी आहे की हा सावलीचा प्रयोग करून पृथ्वीची त्रिज्या काढणारा इरेतोस्थेनिस हा काही पहिला मनुष्य नव्हता. त्याच्याही आधी दोनशे वर्षे अॅनाक्सिगोरस या ग्रीक शास्त्रज्ञाची भरारी तर याहूनही मोठी होती. त्याची अफलातून कल्पना समजावून घेण्यासाठी हा प्रयोग पहा.

समजा तुम्ही आणि तुमचा मित्र रात्रीच्या वेळी फिरायला बाहेर पडला आहात. तुम्हाला रस्त्यावर दिवे लागलेले दिसताहेत. तुम्ही स्वतः दिव्याच्या खांबाच्या अगदी जवळ उभे आहात. आणि तुमचा मित्र खांबापासून साधारण १० मीटर अंतरावर उभा

आहे. आता दोघांच्याही सावल्या पहा. तुमची सावली लहान दिसेल तर मित्राची सावली मोठी दिसेल. आता मित्राच्या सावलीची लांबी मोजून तुम्हाला दिव्याच्या खांबाची उंची मोजता येईल का? आकृती काढा आणि प्रयत्न करून पहा.

थोडेसे आलेखाचे कागद, कोन, लांबी आणि गुणोत्तर याबद्दलची माहिती यांचा वापर करून गणित सोडवा. तुम्हाला मित्राच्या सावलीची लांबी आणि त्याच खांबापासूनच अंतर याचं गुणोत्तर काढायला हवं. तुमच्या मित्राची उंची आणि खांबाच्या उंचीच्या गुणोत्तराइतकंच ते येईल. एखाद्या इमारतीची उंची इमारत न चढता मोजण्यासारखंच हे आहे.

अलेक्झांड्रिया आणि सिएने या दोन गावांची अॅनाक्सिगोरसला माहिती होती. त्याचं असं निरीक्षण होतं की ज्या दिवशी अलेक्झांड्रियात सूर्य बरोबर डोक्यावर येतो, जमिनीत पुरलेल्या खांबाची सावली पडत



नाही, त्याच दिवशी माथ्यान्हीला (सूर्य सर्वात उंच असतानाही) सिएने इथे मात्र खांबाची सावली पडते (लहान का असेना!) त्याला या दोन ठिकाणांमधलं अंतरही माहिती होतं. त्याने विचार केला, 'सूर्य हा सर्वात उंच दिवा आहे असं मानू' मग त्याने आपण आधी सांगितलेल्या पद्धतीने सूर्याची उंची ६४०० किलोमीटर इतकी मोजली. हे उत्तर बरोबर होतं पण अॅनाक्सिगोरस शोधत होता, ते हे उत्तर नव्हतं. त्याला 'सूर्य पृथ्वीपासून किती अंतरावर आहे?' या प्रश्नाचं उत्तर शोधायचं होतं. पृथ्वी सपाट आहे - असं गृहीत असल्याने जमिनीवरील अंतर सूर्याच्या अंतराचा अंदाज देऊ शकणार होतं.

प्रत्यक्षात पृथ्वी गोल असल्याने ते अंतर पृथ्वीच्या त्रिज्येचा अंदाज देत होतं.

'पृथ्वीची त्रिज्या काय आहे?' या प्रश्नाचं बरोबर उत्तर त्याने शोधलं, पण पृथ्वीला त्रिज्या असू शकते हेच त्याला माहिती नव्हते. त्याची मोजमापं, त्याची आकडेमोड, भूमिती सगळं काही बरोबर होतं, पण मुळात त्याची समजूत (पृथ्वी सपाट आहे) चुकीची होती. पृथ्वी गोल आहे हे त्याकाळी कोणालाच ठाऊक नव्हते. जेव्हा अॅनाक्सिगोरसने सूर्य ६४०० किमी इतक्या अंतरावर आहे असे सांगितले तेव्हा त्याला त्याचे म्हणणे मागे घेऊन माफी मागायला सांगण्यात आले. कारण परमेश्वराने निर्माण केलेल्या अमर्याद

विश्वाची मर्यादा माणसाने दाखवून देणे त्यावेळच्या धार्मिक श्रद्धांच्या विरोधात होते. पण अॅनाक्सिगोरस मात्र आपल्या आकडेमोडीवर आणि सिद्धांतावर ठाम होता. त्याने माघार घ्यायला आणि माफी मागायला साफ नकार दिला. हे त्याचे दुसरे धारिष्ट्य. पण हा त्याचा उद्दामपणा आहे असे समजून त्याला बहिष्कृत करण्यात आले.

अॅनाक्सिगोरस हा फक्त महान शास्त्रज्ञच नव्हे तर जिओर्डानो ब्रुनोप्रमाणेच एक मोठा धारिष्ट्यवान हिरोच होता. जिओर्डानोनेही अनेक शतकानंतर 'पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते आणि इतर तारे हे सूर्यासारखेच स्वयंप्रकाशित आहेत' हे आपले मत मागे घेण्यास नकार दिला. चर्चेच्या अधिकाऱ्यांनी त्याला जिवंत जाळले. फार कमी लोकांकडे असे धैर्य आढळते. भगतसिंग किंवा एकलव्याच्या गोष्टीत आपण वाचतो, तसंच धैर्य आपल्या पुराणातल्या चार्वाक, शंबूक यांनी दाखवलं आहे. अशा लोकांच्या धैर्यामुळेच जगात मोठमोठे शोध लागले आहेत आणि विज्ञानाची प्रगती झाली आहे.

अधिक स्पष्टीकरणासाठी संदर्भच्या अंक २७ मधील 'विश्व मापूया' हा लेख पहा.

लेखक : विवेक माँतेरो - डाव्या परिवर्तनवादी विचारांचे लोकवैज्ञानिक, भौतिक शास्त्रातील डॉक्टरेट. नवनिर्मिती संस्थेचे संस्थापक.

अनुवाद : यशश्री पुणेकर

जग इलेक्ट्रॉनिकसचे

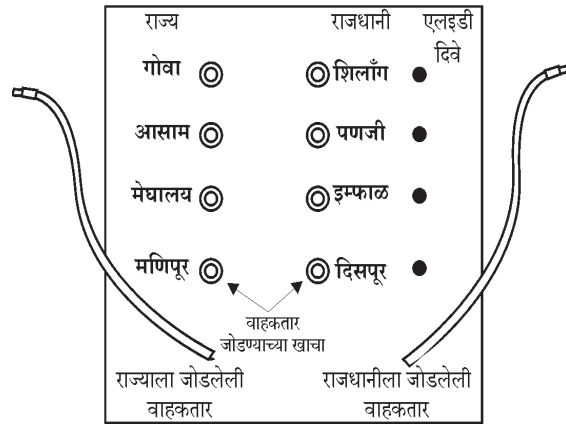
भाग - ७

लेखक : राजश्री राजगोपाल • अनुवाद : प्रियदर्शिनी कर्वे

या लेखमालेच्या पहिल्या सहा भागांमधून आपण अर्धवाहक पदार्थ, त्यांपासून बनवलेले इलेक्ट्रॉनिक घटक आणि अॅनालॉग व डिजिटल या दोन प्रकारची विद्युतमंडळं अशा काही गोष्टींची झलक बघितली. पण मागच्या लेखाच्या शेवटी म्हटल्याप्रमाणे स्वतःच्या हातानी इलेक्ट्रॉनिक मंडळ तयार करणं, याखेरीज इलेक्ट्रॉनिकस शिकण्याचा दुसरा कोणताही उत्तम मार्ग नाही. इलेक्ट्रॉनिक साधनांचं आणि कल्पनांचं किती विस्मयकारक जग आपल्यापुढे पसरलेलं आहे, हे यातूनच तुम्हाला समजेल.

एका सोप्या आणि मजेशीर डिजिटल टोक जोडता येईल अशी एक खाच आहे, मंडळापासून सुरूवात करू या. राज्य (किंवा राजधान्यांच्या नावांशेजारी एल्डडी आहेत. देश) आणि राजधान्या यांच्या जोड्या (एल्डडी किंवा लाइट एमिटिंग डायोड जुळवण्याचा खेळ आपण तयार करू या. या खेळात काय आहे, ते आकृती १ मध्ये दाखवलं आहे. पटाच्या एका बाजूला चार राज्यांची (किंवा देशांची) नावं आहेत, आणि दुसऱ्या बाजूला त्यांच्या राजधान्यांची नावं आहेत, मात्र ती कशीही वरखाली लिहिलेली आहेत. प्रत्येक नावाजवळ विद्युतवाहक तारेचं

जोड्यांचे दिवे लावा



आठवतात का? नसेल आठवत, तर या मालिकेतला तिसरा लेख पहा.) तुम्ही राज्य (किंवा देश) आणि राजधानी यांची बरोबर जोडी जुळवली (म्हणजेच एक वाहक तारेचं टोक राज्याच्या खाचेत आणि दुसऱ्या तारेचं टोक योग्य राजधानीच्या खाचेत बसवलं), की त्या राजधानी शेजारच्या एल्डडी प्रकाशित होईल. एल्डडी प्रकाशणं ही तुमची जोडी बरोबर असल्याची खूण असणार आहे. आपण शाळेत कागदावर 'खाली दिलेल्या गोष्टींच्या जोड्या जुळवा' असे जे प्रश्न सोडवतो, तसंच हे आहे. फक्त यात बरोबर उत्तर दिलं की दिव्याचा झगमगाट होणार आहे, इतकंच!

तर्क बांधणं

असा खेळ कसा तयार करता येईल? हे समजून घेण्यासाठी पुन्हा एकदा तर्कमंडळांबद्दल आपण काय शिकलो आहोत त्याची उजळणी करायला हवी. त्यातही खास करून अँड तर्कद्वाराची. या मालिकेतील मागच्या सहाव्या लेखात आपण पाहिलं की, अगदी प्राथमिक अँड आणि ऑर या तर्कद्वारांचे दोन इनपुट असलेले, तीन इनपुट असलेले, असे अनेक प्रकार बाजारात उपलब्ध आहेत. आपण अँड द्वाराचा नियमही पाहिला आहे - जर सगळेच्या सगळे इनपुट विभवांतराच्या वरच्या पातळीवर असतील, तरच

आउटपुटही वरच्या पातळीवर असतो. त्यामुळे दोन इनपुट असलेल्या अँड तर्कद्वाराची वास्तव सारणी पुढीलप्रमाणे आहे.

| इनपुट अ | इनपुट ब | अँड द्वाराचा आउटपुट |
|---------|---------|---------------------|
| ० | ० | ० |
| ० | १ | ० |
| १ | ० | ० |
| १ | १ | १ |

आता आपल्या खेळात अँड तर्काचा वापर करून पाहू या. उदाहरणादाखल गोवा-पणजी ही राज्य-राजधानीची जोडी घेऊ या.

| इनपुटला दिलेल्या 'राज्य' - गोवा | इनपुटला दिलेल्या 'राजधानी' - पणजी | एल्डडीची स्थिती |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| ० | ० | ० |
| ० | १ | ० |
| १ | ० | ० |
| १ | १ | १ |

या तक्त्यावरून आपण आपला खेळ तयार करण्यासाठी अँड द्वाराचा कसा वापर करू शकतो, हे लक्षात येईल. आपल्याला अँड द्वाराच्या दोन्ही इनपुट्सना राज्य आणि राजधानीची योग्य जोडी, आणि त्यांचा एल्डडी द्वाराच्या आउटपुटला जोडायला हवा. अशा परिस्थितीत जेव्हा दोन्ही इनपुट्स विभवांतराच्या वरच्या पातळीवर असतील,

होतकरूंसाठी सूचना - आपल्या पोतडीत आवश्यक असलेली हत्यारं

तुम्ही आपल्या ठरलेल्या विद्युत मंडळासाठी आवश्यक असलेल्या घटकांच्या खरेदीला बाहेर पडणारच आहात, तर कोणतंही इलेक्ट्रॉनिक विद्युत मंडळ बनवण्यासाठी उपयोगी असणाऱ्या इतरही काही वस्तू विकत घेऊन टाका. आपल्या गाडीत जसा गाडीच्या सामान्य दुरुस्त्या आणि देखभालीसाठी उपयुक्त हत्यारांचा टूलकिट असतो, तशी तुमची स्वतःची इलेक्ट्रॉनिक हत्यारांची पोतडीही या निमित्ताने तयार होऊन जाईल. लेखात म्हटल्याप्रमाणे ब्रेडबोर्ड हे या पोतडीतलं एक उपयुक्त साधन आहेच. वेगवेगळी विद्युतमंडळं तयार करण्यासाठी तुम्हाला हा बोर्ड पुन्हा पुन्हा वापरता येईल. आपल्या पोतडीत हवीच अशी आणखी काही हत्यारं आहेत.

१. वायर कटर - स्ट्रिपर : जोडणीसाठी वापरायच्या वाहक तारांच्या भेंडोळ्यातून योग्य त्या लांबीचे तुकडे कापणं, आणि तारांच्या टोकांवरचं विद्युतरोधक आवरण सोलणं हे एक बऱ्यापैकी अवघड आणि वेळखाऊ काम असतं. त्यासाठी या हत्याराचा उपयोग होतो. अगदी स्वस्तात उपलब्ध असलेले कटर - स्ट्रिपरही महागड्या साधनाइतक्याच कार्यक्षमतेने काम करतात. त्यामुळे आपल्या खिशाला परवडणाऱ्या किमतीचा कटर - स्ट्रिपर खरेदी करा.



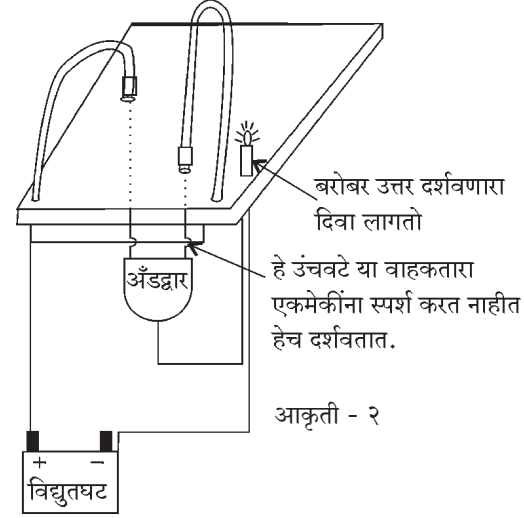
(कमीत कमी किंमत रु. ५०)

२. ट्वीझर्स किंवा छोटा चिमटा - छोटे इलेक्ट्रॉनिक घटक उचलणे आणि जोडणी करताना योग्य जागी धरून ठेवणे, जोडणीच्या तारा बारीक भोकांमधून ओवणे, इ. अनेक नाजूक कामांसाठी हा चिमटा वापरता येतो. नाजूक आणि लहान इलेक्ट्रॉनिक घटक काळजीपूर्वक हाताळावे लागतात, त्यासाठी हे एक उपयुक्त साधन आहे. (साधारण किंमत रु. ५०)



हळूहळू तुमची प्रगती जेव्हा कायमस्वरूपी इलेक्ट्रॉनिक विद्युत मंडळ बांधण्यापर्यंत होईल, तेव्हा तुम्हाला आणखी काही साधनांची गरज पडेल. उदा. सोल्डरिंग गन, स्पॉट फेस कटर, छोटी करवत, वेगवेगळ्या प्रकारचे छोटे स्कू ड्रायव्हर इ. शेवटी तुमची पोतडी किती मोठी असणार हे तुम्ही इलेक्ट्रॉनिक्सशी किती खेळता यावर अवलंबून राहील!

खेळाच्या विद्युतमंडळाचं तर्कशास्त्र



तेव्हा आणि फक्त तेव्हाच एल्डिडी प्रकाशमान होईल. दोन्ही इनपुट्सला विद्युतघटाच्या धन अग्राला जोडलेल्या वाहक तारा जोडल्या गेल्या तरच हे शक्य होईल. या कल्पनेचं तर्कशास्त्र आकृती २ मध्ये दर्शविलेलं आहे. याच पद्धतीने चारी राज्य-राजधानी जोड्यांसाठी जुळणी केली की आपल्या खेळाचं विद्युतमंडळ तयार झालं.

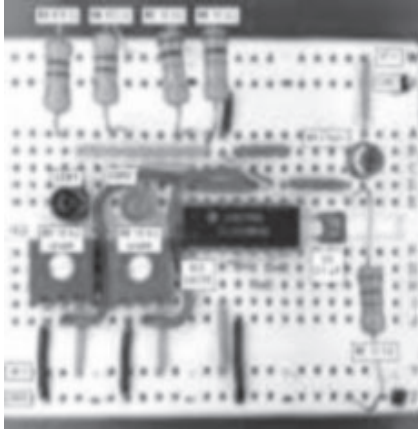
अशा रितीने आपल्या खेळाच्या विद्युतमंडळाचं तर्कशास्त्र तर आपण शोधून काढलं. आता हा तर्क प्रत्यक्षात उतरवण्यासाठी काय काय करायला हवं ते पाहू या. आपल्याला कोणत्या प्रकारच्या वाहक तारा वापरायला हव्या? विद्युतघटाची

विभवांतराची पातळी किती हवी? अँड तर्कद्वारं कुठून आणायची?...

सुरुवात करताना - रचनेची तपासणी

आपल्या खेळाच्या पटाला विद्युतमंडळ जोडण्यापूर्वी आपण रचलेल्या तर्कमंडळाची बांधणी आणि तपासणी करणं ही पहिली पायरी आहे. यासाठी आपण ब्रेडबोर्डचा वापर करू या. ब्रेडबोर्ड (आकृती ३ पहा) म्हणजे पुन्हा पुन्हा इलेक्ट्रॉनिक जोडण्यांसाठी वापरता येऊ शकेल असा एक बोर्ड.

इलेक्ट्रॉनिक विद्युतमंडळांच्या रचना विकसित करताना वेगवेगळ्या रचना प्रत्यक्ष तात्पुरती जोडणी करून तपासून पहाण्यासाठी या बोर्डचा वापर केला जातो. बाजारात हे बोर्ड वेगवेगळ्या आकारात उपलब्ध आहेत. हा बोर्ड म्हणजे प्लास्टिकचा भोकाभोकांचा एक ठोकळा असतो. या भोकांखाली टिन प्लेटेड फॉस्फर ब्रॉन्झच्या स्प्रिंग असलेले चिमटे असतात. ब्रेडबोर्डचा सर्वात मोठा फायदा म्हणजे त्यावर वेगवेगळे इलेक्ट्रॉनिक घटक बसवण्यासाठी आपल्याला गरम सोल्डरिंगचा वापर करावा लागत नाही. त्यामुळे आपण प्रयोगात वापरत असलेले घटक सुरक्षित रहायला मदत होते. या बोर्डच्या मध्यभागी असलेल्या फटीवर इंटिग्रेटेड सर्किट्स

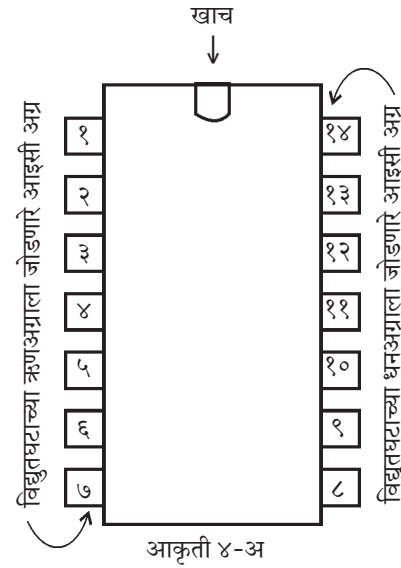


आकृती - ३

(आयूसी) बसवता येतात. बाकीच्या भोकांमध्ये जोडणीच्या वाहक तारा आणि इतर घटकांची (धारित्र म्हणजे कॅपॅसिटर, रोधक म्हणजे रेझिस्टन्स इ.) जोडणीची टोकं बसवता येतात. सर्वसाधारणतः ब्रेडबोर्डवर विद्युतघट जोडण्यासाठीही स्वतंत्र पट्ट्या असतात. अशा रितीनं अगदी छोट्या विद्युतमंडळापासून ते संगणकांच्या सेंट्रल प्रोसेसिंग युनिटपर्यंत (सीपीयू) विविध प्रकारच्या इलेक्ट्रॉनिक प्रणाली ब्रेडबोर्डच्या मदतीने तपासून पहाता येतात! तरीही तुम्ही जेव्हा इलेक्ट्रॉनिकच्या दुकानात खरेदीला जाल, तेव्हा ब्रेडबोर्डवर लावलेले घटक चुकून शॉर्ट सर्किट होणं किंवा जळणं कसं टाळता येईल, हे विक्रेत्याला नक्की विचारून घ्या! सर्वसाधारणतः ब्रेडबोर्ड कोणत्याही महाविद्यालयीन प्रयोगशाळांचं साहित्य किंवा

इलेक्ट्रॉनिक घटकांची विक्री करणाऱ्या दुकानात रु. शंभर (साइज 3" x 6") च्या आसपास किमतीत उपलब्ध असतात.

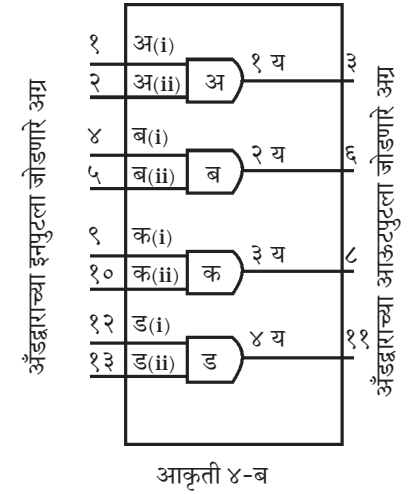
आता आपला ब्रेडबोर्ड आपलं तर्कमंडळ तपासण्यासाठी तयार असेल, तर आपण आपल्या मंडळाला लागणाऱ्या घटकांची खरेदी करायला जाऊ या. आपल्याला हवी असणारी महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे चार अँड तर्क द्वारं. बाजारात आपल्याला एक अँड द्वार विकत मिळेल का? तर नाही. बाजारात उपलब्ध असतात, आयूसी-अनेक तर्कद्वारं एकत्रित उपलब्ध करू देणारी एकत्रित तर्कमंडळं. आपल्या खेळात आपल्याला चार अँड द्वारं लागणार असल्यामुळे आपल्याला तशी आयूसी हवी आहे. सोप्या तर्कमंडळात बरेचदा वापरली जाणारी आणि आपल्याला हवी तशी एक आयूसी म्हणजे 74HC08 (आयूसीना आकडे आणि अक्षरं यांची सरमिसळ असलेली नावं दिलेली असतात. यातल्या प्रत्येक आकड्याला आणि अक्षराला एक विशिष्ट अर्थ आहे.) या आयूसीला 'क्वाड २-इनपुट अँड गेट आयूसी' असंही म्हणतात. 'क्वाड' याचा अर्थ चार. म्हणजेच या आयूसीमध्ये चार अँड द्वारं आहेत. '२-इनपुट' म्हणजे प्रत्येक द्वाराला दोनच इनपुट आहेत. आपल्या खेळासाठी आपल्याला अगदी हेच हवं आहे. या आयूसीला एकूण चौदा अग्र असतात.



आकृती ४-अ

प्रत्येक अग्राची जोडणी करायच्या काही विशिष्ट अटी असतात (आकृती ४ पहा). चुकीची जोडणी केली तर आयूसीचं नुकसान होऊ शकतं. त्यामुळे आयूसीचे अग्र नीट ओळखणं आवश्यक आहे. कोणत्याही आयूसीवर अग्रांना क्रमांक दिलेले नसतात. मग ही ओळख कशी पटवायची? प्रत्येक आयूसीवर एक खाच असते (आकृती ४अ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे). आयूसी खाच वरच्या बाजूला येईल अशी ठेवली तर खाचेच्या डावीकडचं पहिलं अग्र म्हणजे १ क्रमांकाचं अग्र. तिथपासून सुरुवात करून घड्याळाच्या काट्यांच्या उलट्या दिशेने सर्व अग्रांना क्रमांक दिलेले असतात. सर्व आयूसीसाठी हाच नियम वापरला जातो.

आयूसी 74HC08 तर्कद्वाराचे संघटन



आकृती ४-ब

आपण घेतलेल्या आयूसीच्या आतली संरचना आकृती ४ब मध्ये दाखवली आहे. त्यावरून तुमच्या लक्षात येईल, की राज्य-राजधानीची पहिली जोडी 'अ' अँड द्वाराच्या इनपुट्सना, आणि त्यांचा एल्यूइडी याच द्वाराच्या आऊटपुटला जोडायचा असेल, तर संबंधित राज्य आणि राजधानी अग्र १ व २ ला जोडायला हवेत आणि एल्यूइडी अग्र ३ ला जोडायला हवा. याच पद्धतीने इतर जोड्या आणि एल्यूइडी ब, क आणि ड या अँड द्वारांना कुठे जोडायचे ते ठरवता येईल. आपल्या जवळच्या इलेक्ट्रॉनिक घटकांच्या दुकानात तुम्हाला वेगवेगळ्या कंपन्यांच्या आयूसीच्या माहितीतक्त्यांसहित सूची मिळू शकतील, किंवा तुम्ही त्या

कंपन्यांचे पत्ते घेऊन त्यांच्याकडून या सूची मागवूनही घेऊ शकता. शाळेमार्फत हे कारयला काहीच हरकत नाही. तुम्हाला घरी, शाळेत किंवा गावात इंटरनेट उपलब्ध असेल, तर तुमचं काम आणखी सोपं होईल. नेहमी आणि अनेक ठिकाणी वापरल्या

जाणाऱ्या आयुसीचे माहितीतक्ते इंटरनेटवर विनामूल्य उपलब्ध आहेत. आयुसी उत्पादन करणाऱ्या कंपन्यांच्या वेबसाईटवर ही माहिती तुम्हाला सहज मिळू शकते. काही विशिष्ट उपयोगाच्या आयुसीचे माहितीतक्ते मात्र विनामूल्य उपलब्ध होणार नाहीत.

होतकरुंना सूचना - आयुसीचं चक्रव्यूह !

आयुसीशी पहिला सामना बरेचदा विद्यार्थ्यांना संभ्रमित करणारा ठरू शकतो! बाजारात उपलब्ध असलेल्या सर्व आयुसीची माहिती आपल्याला असायला हवी का? आपल्या डोक्यातल्या रचनेच्या कल्पनेला अनुरूप आयुसी कशी शोधायची? प्रत्येक आयुसीच्या आतली संरचना आपल्याला कशी समजणार?... अनेक प्रश्नांनी मेंदू चक्रावून जाईल!

घाबरायचं काहीही कारण नाही! आपल्याला सगळ्या आयुसीबद्दल माहिती तोंडपाठ असण्याची अजिबात गरज नाही! एखादं कुटुंब आपल्या गरजेनुसार कोणतं वाहन घ्यायचं हे जसं ठरवतं, त्यापेक्षा आयुसी निवडणं फारसं वेगळं नाही. वेगवेगळ्या गरजांसाठी वेगवेगळ्या कंपन्या (फिलिप्स, नॅशनल सेमीकंडक्टर आणि टेक्सास इन्स्ट्रुमेंट्स) वेगवेगळ्या आयुसी तयार करतात. इतर कोणत्याही कंपन्यांप्रमाणे त्यांच्याही उत्पादनांच्या सूची (प्रॉडक्ट कॅटलॉग) असतात. या सूचीच्या मदतीनं आपण आपल्याला पाहिजे तशी आयुसी शोधू शकतो. यासाठी सूचीमध्ये दिलेली प्रत्येक आयुसीची माहिती काळजीपूर्वक वाचायला हवी. सूचीमध्ये प्रत्येक आयुसीचा माहितीतक्ता (डेटाशीट) असतो. यात त्या आयुसीच्या अग्रांची आकृती तसंच आतल्या संरचनेची रेखाकृतीही असते. त्याचबरोबर इतरही अनेक महत्त्वाच्या बाबी असतात. उदा. आयुसीला जास्तीत जास्त किती विद्युतधारा किंवा विभवांतर (करंट किंवा व्होल्टेज) चालू शकतं, जास्तीत जास्त किती तापमानात ती काम करू शकते, इ. आपल्या तर्कमंडळाची रचना पूर्ण करण्यासाठी या बाबी महत्त्वाच्या असतात. उदा. आयुसीला जास्तीत जास्त किती विभवांतर चालू शकतं, ही माहिती आपल्याला विद्युतमंडळात किती व्होल्टेजचा विद्युत घट (सेल) वापरायचा हे ठरवण्यासाठी उपयुक्त ठरू शकते.

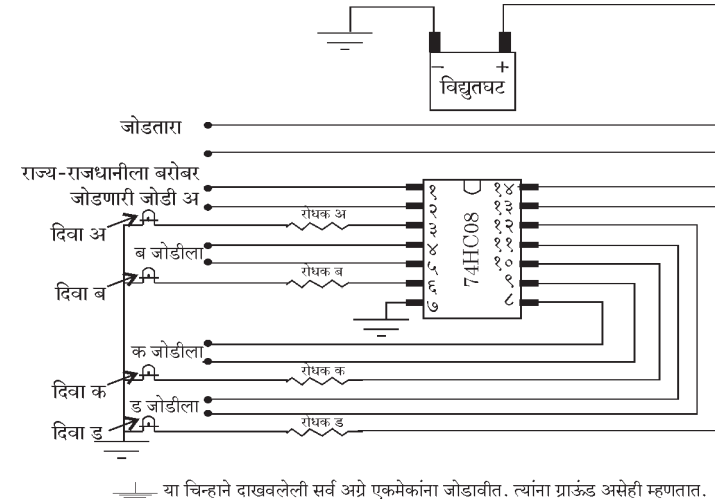
सराव म्हणून तुमच्या स्थानिक दुकानदारामार्फत, शाळेच्या माध्यमातून, किंवा इंटरनेटचा वापर करून 74HC08या आयुसीचा माहिती तक्ता मिळवा, आणि पहा त्यात काय काय माहिती दिलेली आहे!

घटकांची निवड

आता तुमच्याकडे ब्रेडबोर्ड आणि अँड द्वाराची आयुसी आहे. म्हणजे आता फक्त चार एल्डूडी आणले आणि तारांनी सगळ्या गोष्टी आपल्या ठरलेल्या रचनेप्रमाणे एकमेकांना जोडल्या की झालं... बरोबर? नाही.

कोणत्याही आयुसीच्या माहिती तक्त्यात काही महत्त्वाच्या गोष्टी असतात. आणि विद्युतमंडळाची बांधणी करताना त्या

विचारात घ्याव्या लागतात. या गोष्टींकडे दुर्लक्ष केलं, तर तुमचं विद्युत मंडळ कदाचित चालणारच नाही. आपण ठरवलेल्या रचनेतही किती विभवांतर वापरायचं, हे आपण अजून ठरवलेलं नाही. आपल्या विद्युतमंडळात वापरायच्या विद्युतघटाची निवड या निर्णयावर अवलंबून आहे. यासाठी आपल्याला आपण मंडळात वापरणार असलेल्या प्रत्येक घटकाच्या विभवांतराच्या मर्यादा पहायला हव्यात. एल्डूडी फॉरवर्ड बायस करायचे असतात. आणि त्यांना काही मिलीव्होल्टपेक्षा जास्त विभवांतर लागतं, हे आपण या लेखमालेच्या दुसऱ्या भागात पाहिलं आहे. मात्र 74HC08 या आयुसीच्या माहितीतक्त्याप्रमाणे तिला ४ व्होल्ट ते ६



या चिन्हाने दाखवलेली सर्व अग्रे एकमेकांना जोडावीत. त्यांना ग्राऊंड असेही म्हणतात.

आकृती - ५

व्होल्ट एवढ्या मर्यादितच विभवांतर चालू शकतं. त्यामुळे आपल्याला ५ व्होल्ट क्षमतेचा विद्युतघट लागेल. (कोणत्याही इलेक्ट्रॉनिक घटकाच्या कमाल मर्यादिला तो घटक चालवू नये.)

हे झालं विभवांतराच्या मर्यादेबद्दल. पण विद्युतधारेच्या मर्यादाही पहायला हव्यात. आपल्या मंडळातले सर्वात महत्त्वाचे दोन घटक म्हणजे आयसी आणि एल्इडी. यापैकी एल्इडी हे विद्युतधारेच्या बाबतीत जास्त नाजूक असतात. त्यामुळे अँड द्वाराच्या आउटपुटचा अग्र आणि एल्इडीचा अग्र यामध्ये एखादा रोधक घालून एल्इडीमध्ये जाणारी विद्युतधारा एका विशिष्ट मर्यादेच्या आत राहिल, असं पहायला हवं. या रोधकाचं

मूल्य ठरवण्यासाठी अँड द्वाराच्या आउटपुटला किती विभवांतर मिळतं, हे माहितीतक्त्यात पहायला हवं. ओहमचा नियम (रोधकाचं मूल्य = विभवांतर / विद्युतधारा) वापरून एल्इडीला सहन होऊ शकणाऱ्या जास्तीत जास्त विद्युतधारेसाठी रोधकाचं कमीत कमी मूल्य किती असायला हवं, हे काढता येईल. त्यामुळे आपल्याला हव्या त्या रंगाचे एल्इडी विकत घेताना, त्यांची विद्युतधारेची कमाल मर्यादा विक्रेत्याला विचारायला विसरू नका!

आपल्या खेळाच्या विद्युत मंडळाची अंतिम रेखाकृती आकृती ५ मध्ये दाखवली आहे. आपल्या ब्रेडबोर्डवर ही रचना जरूर करून पहा! या रचनेसाठी तुम्हाला येणारा

होतकरुंसाठी सूचना - मूल्यांची लघुलिपी

इलेक्ट्रॉनिक घटक विकत घेताना, तसंच आणखी वेगवेगळ्या प्रकारच्या विद्युतमंडळांच्या रचना पाहताना आणि नव्या कल्पना लढवताना तुमचा सामना इलेक्ट्रॉनिक घटकांची मूल्यं लिहिण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या लघुलिपीशी होईल. उदा. काही वेळा धारित्राचं मूल्य लिहिताना दशांशचिन्हाच्या जागी एकक लिहिलेलं असतं. म्हणजे धारित्राचं मूल्य जर २.२ फॅरड असेल तर ते 2F2 असं लिहिलेलं असतं. किंवा २.२ मायक्रोफॅरड हे 2μ2 असं लिहिलेलं असतं. आपल्याला बनवायच्या विद्युतमंडळासाठी नेमके कोणत्या मूल्याचे घटक हवे आहेत. हे अचूकपणे ओळखता येण्यासाठी वेगवेगळ्या घटकांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या लघुलिपींची आपल्याला ओळख करून घ्यायला हवी. एखाद्या घटकाचं मूल्य अचूकपणे पाहिलेलं नसणं हे बरेचदा विद्युत मंडळ फसण्याचं किंवा न चालण्याचं कारण ठरू शकतं!

अंदाजे खर्च फक्त रु. २००च्या घरात असेल. प्रत्यक्ष खेळ तयार करण्यासाठी तुम्हाला त्याच्यासाठी तर्कमंडळाचा प्रिंटेड सर्किट बोर्ड तसेच लाकडाचा किंवा पुडुच्याचा बॉक्स करून घेता येईल. इतरही काही गोष्टी खेळ आकर्षक दिसावा म्हणून करता येतील. याचा खर्च तुमच्या बजेटवर अवलंबून राहिल.

स्वतःच्या हातानी काम करताना...

तुम्ही शाळेत भाषा शिकलात, की लगेच स्वतः पुस्तकं लिहू शकाल का? चांगले लेखक बनून स्वतःची पुस्तकं लिहिण्यापर्यंत पोचण्यासाठी आधी भाषेचे सर्व बारकावे शिकून घ्यायला हवेत. त्यानंतर शब्दसामर्थ्य वाढवायला हवं. आपलं म्हणणं नेमक्या आणि अचूक शब्दांमध्ये पोचवता येण्यासाठी शब्दांच्या वेगवेगळ्या अर्थछटा माहित असायला हव्यात. त्यासाठी भरपूर वाचन हवं, आणि स्वतः काही ना काहीतरी लिहित रहायला हवं, लिहिलेलं पुन्हा पुन्हा पारखून घेत रहायला हवं. इलेक्ट्रॉनिक्सचंही काहीच असंच आहे. विद्युत मंडळांशी खेळणं, प्रयोग करणं (जमलेले आणि फसलेलेही!) हाच इलेक्ट्रॉनिक्स शिकण्याचा आणि त्यावर प्रभुत्व मिळवण्याचा सर्वात चांगला मार्ग आहे. तयार आराखड्यानुसार विद्युतमंडळं बांधून पहातानाही डोळे उघडे ठेवले तर विद्युतमंडळांच्या रचना कशा तयार करतात याची जाण हळूहळू वाढवत नेता येईल. मग

हळूहळू स्वतःच विद्युतमंडळांच्या रचना करायला तुम्ही सुरुवात कराल. तुमच्या घराच्या संरक्षणासाठी धोक्याची घंटा वाजवणारी यंत्रणा तयार करावीशी वाटली आहे कधी? प्रयोग करत राहिलात, तर एक दिवस तुम्ही हेही करू शकाल?

या लेखातून तुम्हाला आम्ही इलेक्ट्रॉनिक रचना कशी विकसित करता येईल याची थोडीशी झलक दाखवण्याचा प्रयत्न केला आहे - आपल्याला हवा तो परिणाम साधण्यासाठी तर्क कसा लावायचा इथपासून ते तो तर्क विद्युतमंडळात रूपांतरित करण्यासाठी वेगवेगळे घटक कसे ठरवायचे आणि निवडायचे हे आपण पाहिलं. या लेखातल्या बऱ्याच गोष्टी तुम्हाला नंतर इतर विद्युतमंडळं बांधताना आणि नवी विद्युतमंडळं विकसित करतानाही उपयोगी पडतील.

पुढच्या अंकात आपण भविष्यातलं इलेक्ट्रॉनिक्स कसं असणार आहे - आजच्या इलेक्ट्रॉनिक्सचीच सुधारित आवृत्ती की आणखी वेगळंच काही - याचा मागोवा घेणार आहोत.

लेखक : राजश्री राजगोपाल, बी.ई.

इलेक्ट्रॉनिक्स अँड टेलिकम्युनिकेशन्स.

प्रियदर्शिनी कर्वे,

पी.एच.डी. पदार्थविज्ञान

देवराया – जगभरामधल्या

लेखक : अर्चना गोडबोले

जडणघडण

निसर्गपूजन आणि संरक्षण ही जगातल्या वेगवेगळ्या आदिम समाजांनी जपून ठेवलेली संपत्ती आहे. भारतासारख्या विविधतेने नटलेल्या देशातही वेगवेगळ्या लोकांनी 'देवराया' जपल्या आहेत. कुठे वाघदेवाची पूजा होते तर कुठे सगळा प्रदेशच पवित्र समजला जातो. पंचमहाभूतांबद्दलचा आदर व्यक्त करणाऱ्या ह्या परंपरेचं सर्वोच्च रूप आपल्याला भारतात दिसत ते म्हणजे गंगा नदीचं पवित्र रूप आणि तिच्या काठावरच्या लोकांचं तिच्याशी असलेलं अतूट नातं. गंगेच्या उगमापासून ते ती समुद्राला मिळते त्या गंगासागर पर्यंत ही नदी पवित्र मानली जाते. तिच्या काठावर हजारो देवळं आहेत आणि पवित्रतेच्या कथा कहाण्या लोकसंस्कृतीत पक्क्या गुंफल्या गेल्या आहेत. पंचमहाभूतांची आणि निसर्गाची पूजा करण्याच्या आणि त्यानिमित्ताने आपल्याबरोबर निसर्गातल्या इतरही घटकांना जगण्याची संधी देणाऱ्या अशा परंपरा फक्त भारतातच आहेत असं

नाही. तर जीववैविध्याने नटलेले तसेच संस्कृतींची विविधता असलेले ब्राझील, कांगो, केनिया, फिलिपिन्स, इंडोनेशिया यांसारख्या विकसनशील देशांमध्येही अशा परंपरा टिकून आहेत. आजच्या उच्च तंत्रज्ञानाच्या काळातही पर्यावरण संरक्षणाच्या कामात त्या महत्त्वाची भूमिका बजावत आहेत.

आफ्रिकेच्या गवताळ प्रदेशात शिकार करून जगणाऱ्या आदिवासी जमातींनी राखून ठेवलेली आपल्याकडच्या देवरायांसारखी जंगलं आढळतात. केनियाच्या किनारपट्टीच्या भागात सोळाव्या शतकात येऊन स्थायिक झालेल्या 'मिजीकिंडा' जमातीच्या अशा रानांना 'काया' म्हणतात. ही 'काया' म्हणजे आपल्या देवरहाट्यांपेक्षा अधिक जास्त गुंतागुंतीची परंपरा आहे. काया म्हणजे जंगलातला रानातला सगळ्यात आतला भाग. खूप झाडं असलेला आणि जमातीला लपून बसण्यासाठी, तसचं संरक्षणासाठी महत्त्वाचा असे. अशा काही

कायांना आपल्या किल्ल्यांसारखी तटबंदी आढळते आणि मोठाले लाकडी दरवाजे देखील. तसंच ह्या 'काया'मध्ये जमात प्रमुखांना पुरले जात असे. आणि जमातीच्या पवित्र वस्तू इथे ठेवल्या जात. प्रत्येक मिजीकिंडा जमातीच्या गटाचं असं एक 'काया' असे. 'काया' म्हणजे संरक्षित वनांमधल्या महत्त्वाच्या दुर्मिळ औषधी वनस्पतींचा साठा असे. तांत्रिक आणि आध्यात्मिक पूजाअर्चांमध्ये तसंच जन्म-मृत्यूनंतर केल्या जाणाऱ्या विधींमध्ये ह्या वनस्पतींना अनन्यसाधारण महत्त्व होतं. म्हणूनच ह्या कायांचं संरक्षण ही संपूर्ण जमातीची जबाबदारी असे.

१७ व्या, १८ व्या शतकाच्या सुमारासच्या 'मिजीकिंडा' जमातीची लोकसंख्या वाढली होती आणि विकासाचे वारे आफ्रिकेच्या दुर्गम भागातही वाहायला लागले. दुर्गम भागात कायांच्या आश्रयाने राहणारे लोक बाहेर येऊन नवी गावां वसवायला लागले. फक्त वृद्ध माणसं ह्या



कायांच्या आसपास उरली आणि १९ व्या शतकाच्या अखेरीस कायांचं जमातीच्या दृष्टीने असलेलं स्थान महत्त्व कमी व्हायला लागलं. मात्र तरीही पूर्वज पूजेसाठी 'काया' तशीच ठेवली जाऊ लागली आणि त्यातूनच त्या परिसरातल्या जीववैविध्याचं जतन आणि संरक्षण झालं.

आजही केनियाच्या किनारपट्टीच्या भागांमध्ये 'काया' आढळतात. आणि निसर्गाच्या प्रकोप टाळण्यासाठीचे विधी आजही होतात.

अॅमेझानच्या परिसरात पेरू आणि इकेडोर ह्या देशातल्या 'झाप्रा' ह्या आदिवासींच्या संस्कृतीमध्येही निसर्गातले अनेक घटक म्हणजे जंगलं, पर्वत, खाड्या आणि लगून्स ह्यांना पवित्र मानलं जातं. त्यांचं संरक्षण केलं जातं. मात्र जंगलं आणि पर्वत म्हणजे पवित्र स्थानं आहेत, हे मुद्दाम सांगायची पूर्वी त्यांना गरज वाटत नसे. संपूर्ण झाप्रा जमातीवरच जेव्हा नष्टप्राय होण्याची वेळ आली. त्यांची जंगलं आणि निसर्ग ह्यांच्यावर विकसित जगाच्या गरजांचा रेटा वाढायला लागला. तेव्हा आपल्या संस्कृतीचा अविभाज्य भाग असलेल्या निसर्गपूजेकडे त्यांनी पाश्चिमात्य जगताच्या दृष्टिकोनातून बघायला सुरुवात केली. आज झाप्रांची मातृभाषा संपूर्ण नाहीशी होण्याच्या मार्गावर आहे. त्याचबरोबर त्यांच्या संस्कृतीतून जपली

जाणारी निसर्गाबरोबरची एकतानता आणि निसर्गसंरक्षणाची परंपराही नाहीशी होत चालली आहे. युनेस्को सारख्या आंतरराष्ट्रीय संस्थांमार्फत झाप्रांची भाषा आणि त्यातून व्यक्त होऊ शकणाऱ्या विविध परंपरांचा शोध घेऊन त्यांचं संरक्षण करण्याचा प्रयत्न सुरू आहे.

नद्या आणि पर्वतांना पवित्र मानून त्यांचं संरक्षण करण्याची परंपरा जगात सगळीकडे आढळते आणि त्याचं मूळ हे मानवजातीच्या संस्कृतीच्या विकासात आहे असं अभ्यासक मानतात. ह्याची कितीतरी उदाहरण देता येतील.

केनियामधला 'माऊंटकेनिया' पर्वत म्हणजे मानवाचं ऊगमस्थान आहे असं 'झियाम्बे' जमातीच्या लोककथांमध्ये सांगतात आणि म्हणूनच हा पवित्र मानून त्याचं संरक्षण होतं. इथिओपिया मधलं निळ्या नाईलचं उगमस्थान पुराणमतवादी ख्रिश्चनांच्या मताप्रमाणे पवित्रस्थान आहे आणि ह्याच नदीवरचं 'लेखताना' सरोवर देखील तितकंच पूजनीय आहे. इथिओपियामधल्या अनेक चर्चसभोवती देवरायांसारखं जंगल राखून ठेवलेलं आढळतं.

नायजेरियाचं 'ओशोग्बो' जंगल म्हणजे



नायजेरीयातील ओशोग्बो

'ओशुनो' ह्या पवित्र नदीचं उगमस्थान, म्हणूनच 'योरुबा' जमातीसाठी महत्त्वाचं.

चीनच्या युनान प्रांतामधलं 'माऊंट जीझू' म्हणजे बौद्ध लोकांचा पवित्र पर्वत. तिबेटचा कैलासपर्वत आपल्या सगळ्यांच्या परिचयाचा, तर नेपाळचा कांचनजुंगा पर्वत (खरं तर संपूर्ण हिमालयच) हिंदू आणि बौद्धांचा पवित्र पर्वत. हिमालयातलं पर्यावरण नीट राहिलं तरच इथल्या गंगा, यमुना, सतलज, चिनाब, मेघना, ब्रह्मपुत्रा अशा सगळ्या नद्यांच्या खोऱ्यातल्या माणसाच्या अस्तित्वाला भविष्यकाळ आहे.

पर्वत, नद्या आणि जंगलच नव्हे तर जावा मधल्या करांगट्रेटेच्या गुहा, हवाईमधलं लाव्हा रसामुळे तयार झालेलं किलाअुवा सरोवर आणि मायक्रोनेशिया मधला विकॉन धबधबा हे देखील परंपरेने जपलेल्या पवित्र



नायजेरीयातील ओशाबो

स्थळांपैकीच. पुन्हा जंगल संरक्षण आणि संस्कृती परंपरांकडे वळायचं तर सेनेगलच्या कासामान्सेच्या देवराया म्हणजे जीववैविध्य संरक्षणाचं उत्तम उदाहरण. सुमात्राच्या केरिंची व्हॅलीतल्या गावांनी जपून ठेवलेली घनदाट विषुववृत्तीय जंगलं म्हणजे वनस्पती शास्त्रज्ञांसाठी नंदनवनच.

जगभरात तंत्रज्ञानाच्या प्रसारामुळे निसर्गावर विजय मिळवण्याचा, निसर्गावर ताबा मिळवण्याचा प्रयत्न सुरु आहे. मात्र निसर्गातल्या अनेक घटकांना झाडांना, वनस्पतींना, प्राण्यांना आपल्याइतकंच जगण्यासाठी पृथ्वी आणि तिच्यावरचं संतुलित वातावरण महत्त्वाचं आहे हा विचार नाहीसा होत चालला आहे. निसर्गापासून दूर

शहरी वातावरणात वाढणाऱ्या नव्या पिढीला निसर्ग आणि त्याबद्दलचा आदर ह्या गोष्टींची कल्पनाही नाही. ह्या सगळ्या बदलत्या पार्श्वभूमीवर जगात अनेक 'मागास अविकसित' समजल्या जाणाऱ्या संस्कृती आणि जमाती निसर्ग रक्षणाच्या आपल्या परंपरा जपण्याचा आटोकाट प्रयत्न करत आहेत.

जगातल्या अनेक पर्यावरणवादी संस्था त्यांना मदत करत आहेत. मात्र आज गरज आहे ती संवेदनाशील मनांची, जाणीव जागृतीची. ह्या परंपरा आणि त्यांचं महत्त्व हे नव्या पिढीनं जाणून घेतलं नाही तर भोगवादी संस्कृतीच्या नादात माणसाच्या न्हासांची बीजे आधीच रोवली गेली आहेत, त्यांचे महावृक्ष होऊन आपण नामशेष व्हायला वेळ लागणार नाही, हे भान प्रत्येकालाच यायला हवे.

लेखक : अर्चना गोडबोले, ॲप्लाइड एन्व्हॉयर्नमेंटल रिसर्च फाँडेशनच्या संचालिका, भारतभरच्या देवरायांबद्दलचा अभ्यास.

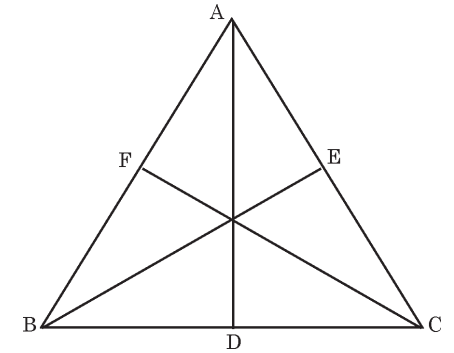
अन्तोखे 'सेवा' चे प्रमेय ('सेवा' चा सेवावा मेवा)

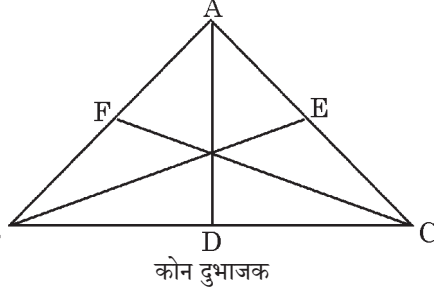
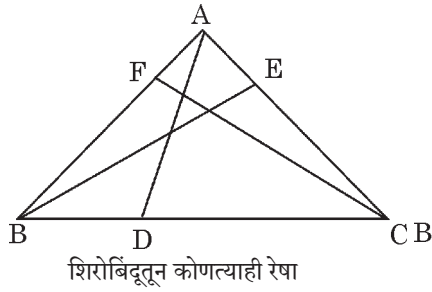
लेखक : किरण बर्वे

दिवाळीच्या सुट्टीत पाऊस पडत होता. घरी बसून T.V बघत वेळ घालवायची 'आम्हा मित्रांना' सवय नव्हती. सर्वांचाच कंटाळा पराकोटीला गेला तसे आपसूक काहीही न ठरवता एकाच वेळेला मंडळी अभयदादाकडे जमली. अभयदादा नेहमीप्रमाणेच कामात व्यग्र होता. हिमांगी म्हणाली सुद्धा, "अभयला आमच्यासाठी मुळी वेळच नसतो." तितक्यात अभयदादाच येऊन मित्रांत मिसळले. मित्रांनी सामूहिक किंकाळी (आर्त का कायशी) फोडली "कंटाळा आला". अभयदादाने विचारले, "म्हणजे काय बुवा? बरं आता असं करू या का?" एकदम १-१॥ फुटी कान टवकारले गेले, म्हणजे आभा, आर्या, हिमांगी, सुहृद असे मिळून. प्रत्येकाने कंपास, पेन्सिल, पट्टी, असे आणा व काही कागद आणा." आणले. "एक त्रिकोण काढा. त्या त्रिकोणाच मध्यगा काढा.

ह्या तीनही मध्यगा एकाच बिंदूत छेदतात. आर्या म्हटली, "हे तर शाळेत पण

शिकवलंय परवाच." अभय दादाने सांगितले, "आता मला सांगा $\frac{AE}{EC} \cdot \frac{CD}{DB} \cdot \frac{BF}{FA}$ बरोबर किती?" -- "हात्तिच्या १च. मध्यगाना त्या मग" आभा वतवतली. E हा AC चा मध्यबिंदू AE = EC, CD = DB, BE = FA आता त्रिकोण ABC त प्रत्येक कोनाचे कोन दुभाजक काढा हे ही एकाच बिंदूतून जातात. नेहमी सर्वसाधारणपणे त्रिकोणातल्या शिरोबिंदू-पासून काढलेल्या कोणत्याही रेषांचा आत एक त्रिकोणच तयार होतो. मात्र कोन दुभाजक एकाच बिंदूतून जातात. (concur-





rent) अभयदादाने सांगितले, “आता मला परत एकदा सांगा

$$\frac{AE}{EC} \cdot \frac{CD}{DB} \cdot \frac{BF}{FA} \text{ किती?}” \text{ थोड्या}$$

झटापटीनंतर आभा ने सांगितले की हाही गुणाकार १च येतो. सर्वांनाच आश्चर्य वाटले. कोनदुभाजकाच्या गुणधर्मानुसार

$$\frac{AE}{EC} = \frac{AB}{BC} \cdot \frac{CD}{DB} = \frac{AC}{AB} \cdot \frac{BF}{FA} = \frac{CB}{AC}$$

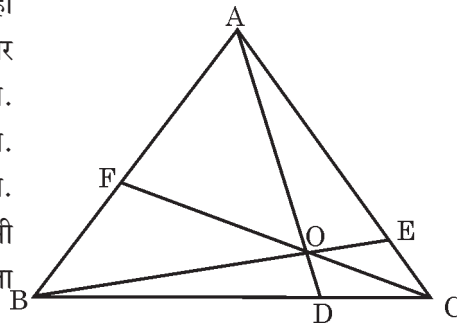
$$\frac{AE}{EC} \cdot \frac{CD}{DB} \cdot \frac{BF}{FA} = \frac{AB}{BC} \cdot \frac{AC}{AB} \cdot \frac{BC}{AC} = 1!$$

अभयदादा हसला आणि त्याने पुढील चेंडू टाकला. आभा, आर्या, हिमांगी, सुहृद ह्या सर्वांनाच त्याने एकेक त्रिकोण ABC काढायला सांगितला. सर्वांनी तसे ते काढले. मग त्याने सांगितले की रेष BC वर कोणताही एक D बिंदू घ्या. AD जोडा. रेष AB वर कोणताही एक F बिंदू घ्या. व CF जोडा. AD, CF च्या छेदबिंदूला O असे नाव द्या. BO पुढे वाढवा आणि AC ला E बिंदूत छेदा.

प्रत्येकाचे त्रिकोण वेगवेगळे व त्यांनी निवडलेले D व F हे बिंदूही वेगवेगळे. आता

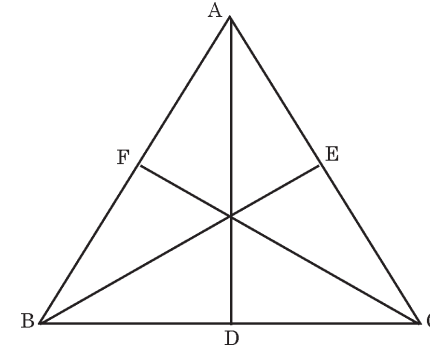
अभयदादाने कर्कटकाच्या सहाय्याने AE, EC, CD, DB, BF, FA काढायला सांगितले आणि आपला गुणोत्तरांचा गुणाकारही काढायला सांगितले.

सुहृदने सांगितले ०.९९, आभाने सांगितले ०.९८५, आर्याने सांगितले १.०५, हिमांगीने कॅल्सी वापरून सांगितले १.००३२१ ह्याचा अर्थ काय ? आपल्या मोजण्यातल्या व आकडेमोडीतल्या छोट्या छोट्या चुका लक्षात घेता, हे सर्वच्या सर्व गुणाकार एक आणि एकच आले. अक्षरशः ‘आम्ही मित्रांना’ अगदीच येडचाप वाटले. त्यांनी परत वेगळे त्रिकोण काढून आपल्या आपल्या परीने विचित्र बिंदू घेऊन करून पाहिले पण पुन्हा येरे माझ्या मागल्या.



गुणोत्तरांचा गुणाकार

मग अभयदादाने त्यांना सेवाचे प्रमेय आणि त्याची सिद्धता समजावून सांगितले.



$$\frac{AE}{EC} \cdot \frac{CD}{DB} \cdot \frac{BF}{FA} = 1$$

१६७८ च्या पूर्वी काही दिवस गी. सेवा ह्यालाही ‘असे का?’ कोडे पडले. १६७८ मध्ये हे कोडे सोडवून त्याने प्रसिद्ध केले ते हे सुप्रसिद्ध सेवाचे प्रमेय.

सेवाचा सिद्धांत (Ceva's Theorem) : ΔABC ह्या त्रिकोणात अंतर्भागात O हा एक बिंदू घ्या. AO, BC ला D बिंदूत भेटते. BO, AC ला E मध्ये तर CO AB ला F बिंदूत मिळते. तर

$$\frac{AE}{EC} \cdot \frac{CD}{DB} \cdot \frac{BF}{FA} = 1$$

तसेच

जर BC वर D, AC वर E आणि AB वर F हे बिंदू असे आहेत की

$$\frac{AB}{EC} \cdot \frac{CD}{DB} \cdot \frac{BF}{FA} = 1$$

तर AD, BE आणि CF एकाच बिंदूत छेदतात.

सेवाचे प्रमेय वापरून मध्यगा एकाच बिंदूत छेदतात, कोन दुभाजक, लंब, इ. एकाच बिंदूत छेदतात हे सहजी सिद्ध करता येते. तुम्हीही हे प्रमेय वापरून अजून काय काय करता येते - हे करून बघा.

सुहृदने AB १:२ ह्या प्रमाणात, BC २:१ ह्या प्रमाणात घेऊन CA चा मध्यबिंदू असे F, D व E असे घेऊन AD, BE, CF एकाच बिंदूतून जातात असे दाखविले. तुम्ही सुद्धा असे करून बघा!

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

शिक्षकांसाठी पूरक योजना

शाळेतील शिक्षकांना शैक्षणिक संदर्भ सहज उपलब्ध व्हावे यासाठी, काही हितचिंतकांच्या मदतीने ही योजना आखली आहे. ज्या शाळेतील शिक्षक आपापसात काही रक्कम (उदा. ५०%) गोळा करून शैक्षणिक संदर्भ घ्यावयास उत्सुक असतील त्यांनी उरलेली वर्गणी भरली जाईल. हे अंक वर्षभर शिक्षक कक्षात सहज वाचनासाठी उपलब्ध असावेत अशी अपेक्षा आहे. या शिक्षकांच्या नावावर हे अंक वर्षभर पाठवले जातील. अधिक माहितीसाठी संदर्भच्या पत्त्यावर संपर्क साधावा.

प्रबोधनकाळातील कला

इ.स. १४०० ते १६००

लेखक : राम अनंत थत्ते

आनंद

प्रबोधनकाळातील कला म्हणजेच Renaissance Art इ.स. १४०० ते इ.स. १६०० या काळात उदयाला आली. रेनेसां ह्याचा अर्थ जुन्या काळातील शास्त्रोक्त कलेचे पुनरुज्जीवन! हा काळ तसे बघितले तर इ.स. १४०० ते १५२० पर्यंतचा आहे परंतु मायकेल अँजेलोची कला व व्हेनीशियन शैलीच्या अभ्यासाला सामावून इ.स. १६०० पर्यंत प्रबोधन काळ समजला जातो.

इटालीमध्ये प्रबोधनकाळाचा प्रणेता म्हणून वसारीचे नाव घेतले जाते.

मध्ययुगातील धर्मयुद्धांमुळे पाश्चात्य जनतेला नवीन आचार विचार, बाहेरील संस्कृती व नवीन जगाची ओळख झाली. ख्रिस्तीधर्म व पाश्चात्य संस्कृती म्हणजेच सर्व काही नसून इतर संस्कृतींपासूनही खूप शिकण्यासारखे आहे अशी भावना त्यावेळी निर्माण झाली. ख्रिश्चन धर्मसंस्थांची जनमानसावर असलेली पकड हळूहळू ढिली पडली. अंधश्रद्धेचा लोप झाला. मध्य युगाच्या उत्तरार्धात शिक्षण प्रसार,

ज्ञानविकास, वाङ्मय, कलाक्षेत्र, चिकित्सक बुद्धी यांना वाव मिळू लागला.

प्रबोधन काळ म्हणजे ग्रीक आणि रोमन कलांचे पुनरुज्जीवन एवढ्यावरच न थांबता सामाजिक, राजकीय, तसेच साहित्य, कला आणि विज्ञान ह्या सर्वच क्षेत्रातील सर्व समस्यांचा वैचारिक व चिकित्सक वृत्तीने शोध घेण्यात येऊ लागला. लोकांना प्राचीन संस्कृतीबद्दल आदर वाढू लागला. बायझंटायनीन, रोमेनस्क किंवा गॉथिक संस्कृतींकडे 'जुनाट' म्हणून पाठ फिरवण्यात आली. धर्मसंस्थेच्या प्राबल्यामुळे धर्मगुरूंच्या नीतीनियमांच्या व त्यांच्या कायद्याच्या चौकटीतच राहून काम करावे लागे. ही बंधने जाचक वाढू लागल्यामुळे साहित्य, कला व विज्ञान क्षेत्रांत नव्या क्रांतिकारक विचारांचा प्रवाह सुरू झाला. तो इतका वेगाने वाढला की त्याने सारा युरोपखंड व्यापून टाकला. इ.स. १४५४ मध्ये मुद्रण कलेचा शोध लागला. त्यामुळे वैचारिक क्रांतीला अधिक गती मिळाली.



ग्राफिक कला

प्राचीन व मध्य युगात कितीतरी वास्तुकला व शिल्पकला ह्यांचा जसा खूप विकास झाला तसा चित्रकलेचा झालेला नव्हता. परंतु प्रबोधनकाळांत चित्रकला हा विषय प्रबळ होऊ लागला. ह्याच काळात 'ग्राफिक कला' हा एक महत्त्वाचा प्रकार कलेच्या प्रांतात आपले स्थान बळकट करून बसला. लाकडाच्या ठश्यांवर चित्राकृती कोरून त्यावर छपाईची शाई लावून चित्रांचे ठसे कागदावर उमटवून चित्रे छापणे सोयीचे झाले. ड्युरर ह्या जर्मन व इतर चित्रकारांची दृष्टी त्या कलाप्रकाराकडे वळली व कलाविष्कारासाठी एक उत्तम माध्यम म्हणून त्याला मान्यता मिळाली. रेन्रा, गोया, वगैरे प्रसिद्ध कलाकारांनी ह्या प्रकारात जास्ती रस घेतला.

चर्चचे महत्त्व कमी झाल्यामुळे सरंजामदार व सरदार लोकांना कलांचे आश्रयदाते म्हणून महत्त्व प्राप्त झाले व त्यामुळे कलाकारांना व्यक्तिगत महत्त्व लाभले. त्याचवेळी सेंट फ्रान्सिस अँसीसीने ईश्वर व त्याची सृष्टी ह्यावर प्रेम करण्याचा संदेश दिला. त्याचा परिणाम म्हणून कला निर्माणानुसारी झाली. कलेमध्ये त्रिमितीची आवश्यकता भासू लागली. चित्रांमध्ये लांबी रुंदीच्या जोडीला खोलीचा आभास निर्माण करणे आवश्यक वाटू लागले. ज्योतोने असा प्रयत्न केला होता परंतु तो तितका सफल झाला नाही. गिबर्टीने 'नंदनवनाची द्वारे' ह्या शिल्पात मागच्या बाजूच्या आकृती कमी उठावाच्या व पुढील आकृती जास्त उठावाच्या दाखवून हा भास निर्माण केला. परंतु त्याला शास्त्रीय पाया नव्हता. उच्चेल्लो व पिअेरो देल्ला फ्रँचेस्का ह्या दोघांनी रेषात्मक यथार्थ दर्शन यशस्वीरित्या दाखवले. गॉथिक काळातील चित्रांमध्ये अवकाशदर्शन कुठे दिसत नाही. मासाच्चिओ ह्या चित्रकाराने मात्र आकृतींच्या कडा अस्पष्ट तऱ्हेने करून त्यात यश मिळवले.

व्हॅन आऑिक बंधूंनी तैलरंगात विशिष्ट तंत्राद्वारे चांगल्या तऱ्हेने हे काम साध्य केले. बोत्तिचेलीच्या काळापर्यंत वातावरण व अवकाश ह्यांचे चित्र त्रिमिती व यथार्थदर्शन करून कलावंतांनी यश मिळवले. त्याचबरोबर त्याने छाया व प्रकाशाचा तीव्र

विरोधाभास दाखवून त्रिमितीचा आभास निर्माण केला. तो त्याच्या 'अँडम व ईव्ह ह्यांची हकालपट्टी' ह्या चित्रांत बघायला मिळतो.

व्हिनसचा जन्म (१४४६)

पोली झिअॅनोच्या कवितेवर आधारीत असे बोत्तिचेलीचे 'व्हिनसचा जन्म' हे चित्र देखील एक अजरामर चित्र म्हणून ओळखले जाते. व्हिनसचा जन्म समुद्रात झाला. एका शिंपल्यातून तिला सायप्रसच्या किनाऱ्यावर आणण्यात येत आहे. देवदूत हलकेच फुंकर घालून तिला पुढे ढकलीत आहे. मागे अवकाश व अथांग सागर आहे. तिच्या स्वागतासाठी वस्त्रसंभार घेऊन देवता सज्ज आहे. तिचे



अँडम आणि इव्हची

हकालपट्टी

व्हिनसचा जन्म



केस वाऱ्याने एका बाजूला उडताहेत असे हे चित्र टेंपेरा ह्या पद्धतीत काढले असून (सिस्टीन चॅपल). पावलो ऊचेल्लोने (Foreshortning) पुढच्या बाजूच्या आकृती मोठ्या व पाठीमागच्या आकृती लहान करणे ह्या प्रकाराने मेडीसीच्या राजवाड्यासाठी तीन युद्धप्रसंगांची चित्रे काढली. त्यात त्याने पुढच्या बाजूच्या घोडेस्वारांचे भाले प्रेक्षकांकडे उगारलेले दाखवून त्रिमितीचे दर्शन उत्तम तऱ्हेने घडवले आहे. तत्कालीन चित्रकार चित्रांशी, त्यांच्या विषयांशी किती एकरूप होत असत ह्याचे वर्णन व्हसारीने केले आहे. फ्रा. अँजेलोकोने ख्रिस्ताच्या कुसीकरणाचे चित्र काढल्यानंतर तो ढसढसा रडत होता असे म्हटले आहे.

मानवाकृतीचे शरीरशास्त्र दृष्टीने अचूक चित्रण करण्यासाठी कलावंतांनी प्रेतांच्या शरीरांचा अभ्यास केला. शरीर रचना, स्नायूंची रचना व हालचालींचा स्वतः प्रयत्न



पावलो उच्चेल्लोने काढलेले युद्धाचे चित्र

करून त्याचे अध्ययन केले. लिओनार्दो व मायकेल अँजेलोची ह्या संबंधीची रेखाटने ही त्यांच्या अभ्यासू वृत्तीची साक्ष आहे.

ग्रीक व रोमन संस्कृतीतील कलेच्या अभ्यासामुळे मानवतावादी दृष्टिकोन पुन्हा बळावला. इरॅस्मस व ल्युथर ह्या दोन तत्वज्ञांच्या परस्परविरोधी विचारधारांमुळे जनमानसात वैचारिक गोंधळ खूप मोठ्या प्रमाणावर होता. इरॅस्मस शांततावादी व बुद्धिवादी होता व त्या आधारे युरोपात आध्यात्मिक शांतता व एकात्मकता निर्मिण्यावर त्याचा भर होता. मानवी बुद्धीच्या श्रेष्ठत्वावर म्हणजेच विज्ञानावर त्याचा विश्वास होता. मार्टीन ल्युथर हा धर्मसुधारक होता. परंतु तो बुद्धिवादाच्या विरोधात होता. त्याची विचारसरणी मध्ययुगीन गूढवादी होती. दृष्टीकोन स्वीकारला. अर्थात त्यानुसार वास्तववादी कलातंत्र स्वीकारले. परंतु

त्यांच्या कलेतील आशय मात्र मध्ययुगीन होता. परमेश्वरी कृपेखेरीज चित्रामध्ये चैतन्य येऊ शकत नाही हे सिद्ध करण्यासाठी दैवी शक्तीचे श्रेष्ठत्व सिद्ध करण्याचा प्रयत्न होता. पातक्यांना भयानक शिक्षा देणाऱ्या जुन्या करारातील कल्पना मायकेल अँजेलोने आपल्या 'अंतिम निर्णय' (Last judgement) ह्या भिक्तीचित्रांत मांडली आहे.

१५ व्या शतकातील चित्रकलेत प्रामुख्याने चार प्रवाह आढळतात. १) गॉथिक कालातून आलेली आंतरराष्ट्रीय शैली २) भव्य निर्मितीची प्रवृत्ती ३) शास्त्रीय दृष्टिकोण व ४) भक्तीमार्गी प्रवृत्ती. ह्यापैकी गॉथिक आंतरराष्ट्रीय शैलीचा अंगीकार फ्लेमिश कलावंतांनी केला. मासाचिओ हा दुसऱ्या शैलीचा प्रतिनिधी होता. उच्चेल्लो, सिनोरेल्ली पिअेरो देल्ला फ्रँचेस्का व पेरुजिनो हे शास्त्रीय दृष्टिकोनावर आधारलेली कलानिर्मिती



पेरुजिनो यांचे किल्ल्यांचे दान हे सुप्रसिद्ध चित्र

करणारे चित्रकार होते. फ्रा अँजेलिको, फ्रा फिलीपो लिप्पी हे भक्तीमार्गी संप्रदायाचे कलावंत होते. सर्वांची आशयाच्या बाबतीत

काळात अवकाश दर्शन वा त्रिमितीच्या योजनेमुळे सर्वतोरचित शिल्पाला खूपच महत्त्व प्राप्त झाले.



प्रबोधन काळातील त्रिमूर्ती - लिओनार्डो-दा-विन्सी, मायकेल अँजेलो व राफाएल यांच्याबद्दल आपण पुढच्या लेखात पाहू.

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

कांगारूची थैली

लेखक : डॉ. चन्द्रशीला गुप्ता
अनुवाद : ज्योती देशपांडे

प्रसिद्ध नाविक जेम्स कुक इ.स. १७७० साली ऑस्ट्रेलियात पोचला तेव्हा त्याने एक अजब प्राणी बघितला. युरोपमध्ये असा प्राणी त्याच्या पाहण्यात कधीच आला नव्हता. हा प्राणी आपल्या पायावर शोपटीचा आधार घेऊन बसत होता, समूहामध्ये पळत होता. आणि खास वैशिष्ट्य म्हणजे मादी पोटापाशी असलेल्या पिशवीमधून आपल्या छोट्या पिळ्ळाला घेऊन फिरत होती. तेथील स्थानिक रहिवाशाने त्या प्राण्याचे नाव 'केन-गु-रू' असं सांगितलं. स्थानिक भाषेतील त्या शब्दाचा अर्थ जेम्स बुकला समजला नाही. आणि इंग्रजी त्या रहिवाशाला समजत नव्हतं. या भाषेच्या गडबडीमध्ये त्या प्राण्याचं नामकरण 'कांगारू' असं झालं ते आजतागायत तसचं आहे.

पृथ्वीवर निर्माण झालेले सस्तन प्राणी पुष्कळसे कांगारू सारखेच होते पण फक्त त्यांचा आकार लहान होता. करोडो वर्षांपासून जैव विकासामध्ये आमूलाग्र बदल झाले. पण कांगारूमध्ये मात्र काहीच बदल झाला नाही.

कांगारूच्या मादीच्या पोटावरील पिशवीच्या वैशिष्ट्यामुळे वैज्ञानिकांनी या प्राण्यांच्या विशिष्ट समुहाला मारुपिएबिया हे नाव दिलं.

मादीच्या पोटावरील थैली ही अतिशय महत्त्वपूर्ण कार्य करते. मादी गर्भावस्थेत फक्त ५ ते ६ आठवडेच आपल्या पिलाला पोटात ठेवू शकते. कारण इतर स्तनधारी मादीप्रमाणे या शिशूचे पोषण होऊ शकेल अशी गर्भनाळ मादीमध्ये अस्तित्वात नसते.

मादी पिलाला जन्म देण्यापूर्वी ती पिशवी आपल्या लाळेने चाटून साफ स्वच्छ करते. जेणेकरून कोणत्याही प्रकारचा संसर्ग पिलाला होऊ नये याची काळजी घेते. पिलू जन्मल्यानंतर पाचच मिनिटात त्या पिशवीपर्यंत पोहोचलेलं असतं. जन्मावेळी बाहेर येणाऱ्या गर्भजलाबरोबरच घसरत पिलू आरामात त्या पिशवीत पोहोचते. यावेळी मादी स्वतः थोडीशी एका बाजूला होऊन त्या पिशवीचे तोंड उघडते आणि पिलाला आत जाण्यास मदत करते. त्यानंतर

पिलावरील सुरकुत्या, त्यावेळी येणारे रक्त चाटून स्वच्छ करते. जन्मावेळी कांगारूच्या पिळ्ळांचा पूर्ण विकास झालेला नसतो. ती पिळ्ळे जेमतेम २ ते ३ सें.मी. लांब, उंदराच्या पिळ्ळासारखी दिसतात. म्हणूनच त्यांचा व्यवस्थित विकास होण्यासाठी त्यांची देखभाल करणं, काळजी घेणं आवश्यक असतं. पिशवीमध्ये पोचल्यानंतर त्यांचं संरक्षण तर होतंच पण तिथेच त्या पिलाला आईचं दूधही मिळतं. सामान्यपणे कांगारू एका वेळी एकच पिलू जन्माला घालतं. कधी कधी २-३ पिळ्ळे झाल्यास त्यातील सुदृढ पिलू जिवंत राहू शकतं.

पिलू त्या पिशवीमध्ये पूर्ण दोन महिन्यापर्यंत राहतं. पाच महिन्याचं झाल्यावर त्याची पिशवीबाहेर थोडंफार फिरायला सुरूवात होते. काही प्रजातींमध्ये पिले या ही



पेक्षा जास्त दिवस पिशवीत रहातात. पिशवीच्या तोंडाशी असणारे स्नायू पिशवीच्या तोंडाची उघडझाप करण्यावर नियंत्रण ठेवतात. अशा प्रकारे पिलाचे बाहेर येणे हे पूर्णपणे मादीच्या स्वाधीन असते.

नवजात पिलू दृष्टीहीन आणि केसरहित असते. कानपण सक्रिय नसतात आणि इतर अवयव म्हणजे बरगड्या, मेंदू, फुफ्फुस हे अविकसीत अवस्थेत असतात. पण हात, आणि जिभेचे स्नायू, घ्राणेंद्रिय पूर्णपणे विकसित असतात. जन्मतःच पिशवीत पोहचण्यासाठी हात, घ्राणेंद्रियांचा उपयोग होतो. दूध चोखण्यासाठी जीभ पूर्णपणे सक्षम असते. श्वासनलिका व अन्ननलिका पूर्णपणे वेगवेगळ्या असतात. जेवण आणि श्वास एकमेकात मिसळू नये म्हणून ही व्यवस्था असते. माता आपल्या पिळ्ळाचे संगोपन अतिशय काळजीपूर्वक करते. आपल्या पिळ्ळाला आणि पिशवीला चाटून स्वच्छ निरोगी ठेवते.

आईच्या दुधामधेसुद्धा बदल होत जातो. पिळ्ळाच्या जन्मानंतर लगेच पारदर्शक द्रव पदार्थ बाहेर येतो. हळूहळू त्यामध्ये फरक होतो आणि तो दुधासारखा होतो. सुरूवातीच्या दुधामधे स्निग्धांशाचे प्रमाण कमी असते. हळूहळू त्यात वाढ होते.

कांगारूच्या समूहामध्ये मादीच्या समूहाचे नेतृत्व एक नर कांगारू करतो. कांगारू हा

शाकाहारी प्राणी आहे. त्यांचे हात छोटेसे असतात. पण पाय मजबूत व ताकदवान असतात आणि पळण्यासाठी सक्षम असतात. शेंपूटदेखील मोठी आणि जाड असते. एकट्या शेंपूटीवरही शरीराचं वजन सांभाळता येतं. शेंपूटीच्या या उपयोगामुळे हातापायाचे कष्ट कमी होतात. पूर्ण विकसित कांगारू दोन मीटर उंच असतो. शेंपूटासहित त्याची उंची तीन मीटर असते.

कांगारूची दृष्टी स्पष्ट आणि घ्राणेंद्रिय अतिशय तीक्ष्ण असतात. भित्र्या प्रवृत्तीचा असल्याने तो बचावासाठी खूप लांबवर उडी घेऊ शकतो. आणि जर आक्रमण झालेच तर तो ओरबाडून, चावून, लाथा झाडून आपली सुटका करून घेतो.

कांगारूची संख्या त्या प्रदेशातील

गवताच्या वाढीवर अवलंबून असते. जंगलाच्या बेसुमार तोडण्याने आणि कुरणं वाढवल्याने कांगारूंच्या संख्येत खूपच वाढ झाली होती. पण मागील शतकात ऑस्ट्रेलियामधे कांगारूचे मांस फारच लोकप्रिय झाले आणि कांगारूंच्या चामड्यालाही खूप मागणी होती. त्यामुळे दरवर्षी २० लाख या प्रमाणात कांगारूंची कत्तल केली जात आहे. १९६४-६५ मधील दुष्काळामुळे त्यानंतरच्या वर्षात कांगारूंच्या प्रजननावर वाईट परिणाम झाला. त्यामुळे त्यांची संख्या खूपच कमी झाली आहे.

स्रोत जून २००५ मधून साभार.

लेखक : डॉ. चन्द्रशीला गुप्ता,
अनुवाद : ज्योती देशपांडे

मुक्तीची विज्ञानवाट

लेखक : दिलीप कुलकर्णी

भारतीय संगीत-परंपरेत घराण्यांना एक आगळंच महत्त्व आहे. अमूक एक गायक कोणत्या पद्धतीनं गाणार हे तो कोणत्या 'घराण्या'चा आहे यावरून ठरतं. भारतीय जीवनातही घराणं किवा 'कुल' यांना एक वैशिष्ट्यपूर्ण स्थान आहे. 'रघुकुल रीत सदा चली आयी - प्राण जाइ पर वचन न जाई' हे संपूर्ण 'रघुकुला'चं वैशिष्ट्य आहे. त्या त्या कुलातील व्यक्ती एका विशिष्ट घडणीच्या, धाटणीच्या असतात हेच यातून सांगितलं जातं.

अणूच्या अंतरंगातील विविध प्रकारचे कणही अशाच काही कुलांमध्ये विभागता येतात आणि माणसांच्या कुळाप्रमाणे या अणुकुलांमधील कणही त्या त्या कुलाच्या वैशिष्ट्यांप्रमाणे वागतात! उदाहरणार्थ या विश्वात कुठेही असलेले प्रोटॉन कण आपण बघितले, तर त्या सर्वांचं वस्तुमान, त्यावरचा विद्युतभार इ. सर्व गोष्टी अगदी समान असतात. ज्यांच्यावर धन वा ऋण विद्युतभार आहे असे कोणतेही कण घेतले, तरी तो भार किमतीनं इलेक्ट्रॉनवरील भाराएवढाच वा त्याच्या दुप्पट असतो. उपाणू कणांच्या या

गुणधर्मांमुळेच त्यांची कुलांमध्ये विभागणी करता येते. या उपाणू कणांपासून बनलेले अणूही विविध कुलांत वा गटात विभागता येतात. हे आवर्त-सारिणीचा अभ्यास असणाऱ्यांना ठाऊक आहे.

सारखेपणाचं स्पष्टीकरण

एकाच कुलातील अणूंमध्ये किंवा उपाणू कणांमध्ये सारखेपणा का असतो? Quark Symmmetries या १६ व्या प्रकरणात काप्रा या सारखेपणाचा ऊहापोह करतात. गंमत अशी आहे की, शास्त्रज्ञांना अद्यापि न सुटलेलं हे एक कोडं आहे. अणूंमधल्या सारखेपणाचं स्पष्टीकरण हे त्यातील इलेक्ट्रॉनच्या संख्येमुळे देता येतं. म्हणजे असं की, अणूच्या केंद्राभोवती फिरणारे इलेक्ट्रॉन हे एकाबाहेरच्या एक अशा कक्षांमध्ये फिरत असतात. प्रत्येक कक्षेत जास्तीत जास्त किती इलेक्ट्रॉन फिरू शकतील हे ठरलेलं आहे. $2 \times$ कक्षेच्या क्रमांकाचा वर्ग इतके इलेक्ट्रॉन त्या कक्षेत असू शकतात. म्हणजे पहिल्या कक्षेत $2 \times 1^2 = 2$; दुसऱ्या कक्षेत $2 \times 2^2 = 8$ याप्रमाणे. अशा अनेक कक्षांपैकी सर्वांत बाहेरच्या कक्षेत किती



निर्मळ

रानवारा

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

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

वंचित विकास संचलित - रानवारा
४०५/९ नारायण पेठ, मोदी गणपतीमागे, पुणे ४११ ०३०.
फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०

इलेक्ट्रॉन आहेत यावरून तो अणू कोणत्या कुलाचा आहे हे ठरतं. उदाहरणार्थ फ्लोरिनच्या अणूत ९ इलेक्ट्रॉन असतात. पैकी २ पहिल्या कक्षेत, तर ७ दुसऱ्या कक्षेत असतात. क्लोरिनच्या अणूत १७ इलेक्ट्रॉन असतात; २ पहिल्या कक्षेत, ८ दुसऱ्या कक्षेत, तर शेवटच्या कक्षेत ७. म्हणजेच शेवटच्या कक्षेत ७ इलेक्ट्रॉन असणारी फ्लोरिन आणि क्लोरिन ही मूलद्रव्यं एका 'कुलातली' झाली. त्यांचे गुणधर्म एकसारखे असतात.

अणूंमधल्या सारखेपणाचं स्पष्टीकरण अणूंचे घटक असलेल्या प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन इ. कणांच्या रचनेतून वरीलप्रमाणे देता येतं. असाच सारखेपणा या उपाणूकणांमधेही आढळतो. 'म्हणून उपाणू कणांचेही काही घटक असले पाहिजेत' असं प्रतिपादन मरे जेल-मान या संशोधकांनी केलं. या घटकांना त्यांना 'क्वार्क' असं नाव दिलं. अशा प्रकारचे ३ क्वार्क असावेत असा त्यांचा सिद्धान्त. हे ३ क्वार्क आणि त्यांचे तीन प्रति-क्वार्क यांच्या विविध प्रकारच्या संघांतातून विविध गुणधर्मांचे उपाणू कण बनतात असं त्यांना प्रतिपादन दिलं.

एक प्रतिपादन म्हणून हे सगळं म्हणणं ठीक आहे. पण या प्रतिपादनातून जो एक अनवस्था प्रसंग ओढवतो त्याचं काय? पूर्वी आपण असं पाहिलं की, उपाणू कण भंगतात तेव्हा त्यांच्यातली शक्ती आईनस्टाईनच्या

समीकरणानुसार मुक्त होते आणि या शक्तीचं पुनःपरिवर्तन काही वेगळ्या कणांमध्ये होतं. हे वेगळे कण मूळच्या भंगलेल्या कणांचे 'घटककण' मात्र नसतात. ते त्यांच्या परीने 'पूर्ण' कण असतात. म्हणजेच प्रोटॉन हा अणूचा घटक-कण आहे; पण प्रोटॉन या उपाणूकणाचे घटककण मात्र नाहीत. त्यातून पुन्हा प्रोटॉन हा कण 'वस्तुमानरूप' नसून 'शक्तिरूप' असतो ही एक भानगड आहेच. मग जेल-मानच्या म्हणण्यानुसार या प्रोटॉनचे 'क्वार्क' नावाचे घटककण आले कुठून?

अनवस्था प्रसंग

गंमत अशी की, असे 'क्वार्क' असू शकत नाहीत असं आजचं पदार्थविज्ञान सांगतं; पण त्याचवेळी उपाणू कणांच्या कुल-वैशिष्ट्याचं स्पष्टीकरण देण्यासाठी त्या प्रकारची संकल्पना अत्यंत उपयुक्त ठरते आणि त्यामुळे वैज्ञानिकांना ती त्याज्यही वाटत नाही. प्रयोगशाळेत मात्र या 'क्वार्क'चं अस्तित्व सिद्ध करणं आजवर शक्य झालेलं नाही. काही प्रयोग 'क्वार्क' असलेच पाहिजेत असं जोरदारपणे सिद्ध करतात, तर काही प्रयोग ते तितक्याच ठामपणे असिद्ध करतात!

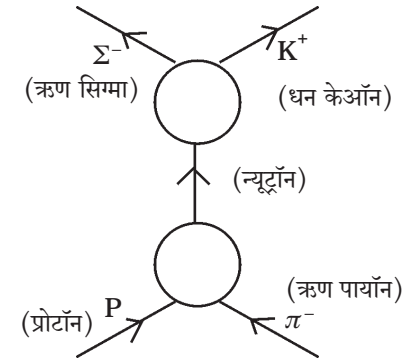
डॉ. काप्रांचं या वादावरचं म्हणणं एकदम वेगळं आहे. ते म्हणतात की, विविध कणांमधल्या सारखेपणाचा शोध घेणं हा जुन्या ग्रीक संस्कृतीचा वारसा आहे. ग्रीक तत्त्वज्ञान, विज्ञान आणि कला यांत

सरूपतेला, सारखेपणाला आत्यंतिक महत्त्व आहे. त्यातून सौंदर्य, सुसंवाद आणि परिपूर्णता व्यक्त होते असं त्यांना वाटे. या चष्यातून त्यांनी सगळीकडे पाहिल्यामुळे त्यांच्या संकल्पना अनेकदा चुकीच्या ठरल्या. चार मूलभूत द्रव्यांचे अणू हे घनाकृती असतात असं प्लेटोचं मानलं; आणि आकाशस्थ ग्रह-तारे वर्तुळाकार कक्षेत भ्रमण करतात असं बहुसंख्य ग्रीक खगोलशास्त्रज्ञांचं मत होतं! पौर्वात्य तत्त्वज्ञानांत मात्र सारखेपणावर, सरूपतेवर अजिबात भर नाही. निसर्गात पानं, फुलं वा अन्यत्रही सरूपता असते, पण म्हणून तो निसर्गाचा एक मूलभूत नियम आहे असं ही तत्त्वज्ञान मानत नाहीत.

दिशेतच परिवर्तन

आधुनिक पदार्थविज्ञानातील एक मतप्रवाहही अशा प्रकारचे 'घटककण' शोधत बसण्याला अनुकूल नाही. कारण कण शोधणं या प्रकारातून आपण पुन्हा एकदा स्थितिशीलतेकडे जातो. वास्तविक या विश्वात आहे गतिशीलता. त्यामुळे जर उपाणू कणांच्या वागणुकीतील सारखेपणा शोधायचा असेल, तर तो या गतिशीलतेतूनच शोधायला हवा असं या मताच्या शास्त्रज्ञांचं म्हणणं आहे. अद्यापि हे संपूर्णपणे साध्य मात्र झालेलं नाही. विविध प्रकारच्या मांडण्या मांडल्या जात आहेत आणि असंख्य गणितं करून या मांडण्यांची यथार्थता अजमावून पाहिली जात आहे.

अशांपैकीच एक म्हणजे S-matrix ची संकल्पना. अणूच्या अंतरंगातील कणांच्या टकरीत काही विशिष्ट प्रकारचे कण प्रामुख्याने तयार होतात. त्यांना 'हॅड्रॉन' असं नाव दिलं गेलं आहे. (पायॉन, केऑन, ईटा, प्रोटॉन, न्युट्रॉन, लॅंबडा, सिग्मा, कॅस्केड आणि ओमेगा ही त्यांची नावं). यापैकी कोणत्याही दोन वा अधिक कणांची पुरेशा वेगानं टक्कर झाली तर त्यांचं विभाजन होतं, शक्ती मुक्त होते आणि नंतर या शक्तीचं पुनःपरिवर्तन अन्य दोन वा अधिक हॅड्रॉनमध्ये होतं. या प्रकारच्या प्रक्रियांना तीव्र प्रक्रिया (strong interactions) असं म्हणतात. आकृतीच्या साहाय्याने या प्रक्रिया अशा दर्शविल्या जातात.



प्रोटॉन आणि ऋण पायॉन यांची टक्कर होते. त्यातून एक न्युट्रॉन तयार होतो. त्याचं विभाजन ऋण सिग्मा आणि धन केऑन यांमध्ये होतं. अशा मांडणीची दोन वैशिष्ट्यं आहेत. एक म्हणजे तीत वर्तुळाच्या आत

प्रत्यक्षात काय घडतं याकडे हेतुतः दुर्लक्ष केलेलं आहे. प्रक्रिया घडतानाच्या क्षणी कोणकोणत्या कणांची देवाणघेवाण होते याला आता महत्त्व नाही. महत्त्व आहे ते क्रियेला - कणात्मक स्थितीला नाही. दुसरं वैशिष्ट्य म्हणजे पहिल्या आणि दुसऱ्या क्रियेच्या मध्ये जो न्युट्रॉन आहे त्याला आता 'कण' या स्वरूपात महत्त्व उरलेलं नाही. अनेक प्रक्रियांच्या मधली एक 'बद्ध स्थिती' (Bound State) एवढंच त्याचं स्थान. 'प्रोटॉन आणि ऋण पायॉन यांच्या एकत्रीकरणातून न्युट्रॉन बनला' असं स्थितिमूलक वर्णन अनावश्यक ठरतं. त्याचप्रमाणे त्या न्युट्रॉनचं विभाजन ऋण सिग्मा आणि धन केऑनमध्ये झालं म्हणून हे दोन कण न्युट्रॉनचे घटक-कण आहेत हे स्थितिमूलक वर्णन अनावश्यक ठरतं. वस्तुस्थिती एवढीच आहे की, या विश्वात प्रतिक्षणी अशा प्रकारच्या ज्या अनंत प्रक्रिया सुरू आहेत, त्यांच्या दरम्यानची बद्ध स्थिती म्हणजे असे कण. टकरीतून किती ऊर्जा मुक्त होते यावर कोणते नवे कण निर्माण होणार हे ठरतं. या ऊर्जेवरूनच एखाद्या विशिष्ट प्रकारच्या प्रक्रियेची शक्याशक्यता ठरत असते. असे कण निर्माण होत असताना अन्य काही नियमही पाळले जावे लागतात. या मर्यादांमुळे काही विशिष्ट प्रकारच्याच प्रक्रिया होण्याची शक्यता जास्त असते. विशिष्ट प्रकारचे कण निर्माण होण्याची शक्यताच

अधिक असते. यातून कणांची 'कुले' तयार होतात - ज्यातील सगळे कण एकाच प्रकारे वागतात. S-matrix संकल्पनेत या सर्व गोष्टींचा विचार चालू आहे आणि एक सुसंबद्ध संकल्पना तयार करण्यात शास्त्रज्ञ गुंतले आहेत. Patterns of Change या १७ व्या प्रकरणात काप्रा या प्रयत्नांची माहिती देतात.

ही संकल्पना परिपूर्णतेस पोहोचायची तेव्हा पोहोचो, पण तोवर तिचा मूलभूत निष्कर्ष जो आहे तो महत्त्वाचा, तो म्हणजे उपाणू कण हे स्थितिमूलक नाहीत; तर कण ही असंख्य गतिमान प्रक्रियांच्या मधली एक तात्कालिक स्थिती आहे. गतिमान घडामोडींच्या मधली एक क्षणिक अवस्था आहे. एखाद्या धावणाऱ्या मोटारीचं वा कोसळणाऱ्या धबधब्याचं प्रकाशचित्र (फोटो) आपण घेतलं, तर त्या चित्रात मोटारीची वा धबधब्याची एक स्थितिशील अवस्था दिसते. पण ही अवस्था मुळात तशी नसून गतिशील हालचालीतील एका क्षणाचं ते स्थितिशील चित्र असतं.

स्थित्यात्मक आकृतिबंध

या विश्वात दिसणारे सर्व स्थिर, अचल पदार्थ हेही अशाच प्रकारे गतिशील आहेत, परिवर्तनशील आहेत असा तत्त्वज्ञानाचाही सांगावा आहे. विशेषतः बौद्ध तत्त्वज्ञानात या मूलभूत गतिमानतेला, स्थितीच्या तात्कालिकतेला आणि स्थित्यात्मक

नामरूपांच्या मायिकतेला अतिशय महत्त्व दिलं गेलं आहे. हिंदू आणि बौद्ध तत्त्वज्ञानामध्ये हे विश्व परिवर्तनशील असून या परिवर्तनामध्ये गतिशील सलगता आहे असं सांगितलं गेलं आहे. यालाच बौद्ध 'कर्म-सिद्धांत' म्हणतात. चिनी तत्त्वज्ञानात या परिवर्तनाचे काही गतिशील आकृतिबंध कल्पिले गेले आहेत. कालचक्राच्या प्रवाहात हे आकृतिबंध निर्माण होतात आणि लय पावतात. 'ई विंग' या पुस्तकात या आकृतिबंधाशी सविस्तर माहिती आणि ऊहापोह आहे. आकृतिबंध विश्वाचे मूलभूत नियम मात्र नाहीत. नैसर्गिक आणि उत्स्फूर्त परिवर्तन होत असताना प्रकट होणारा तो एक अंगभूत गुणधर्म आहे, एवढंच. अणूच्या आतील हॅड्रॉन-आकृतिबंधही असेच त्यांच्या गतिशील स्वरूपातील अंगभूत प्रवृत्तीचे निदर्शक आहेत.

या दोन प्रकरणांपेक्षा १८ वं प्रकरण समजायला खूपच सोपं आहे. Interpenetration हे त्याचं नाव. प्रकरण प्रारंभ होतं त्याच्या डावीकडच्या पानावर एका कोळ्याच्या जाळ्यावर जमा झालेल्या दवबिंदूंच्या मालिकांचं चित्र आहे. आजच्या पदार्थविज्ञानाच्या विश्वविषयक दृष्टिकोनाचं वर्णन करणारं इतकं बोलकं आणि यथार्थ चित्र दुसरं नसेल! Interpenetration म्हणजे परस्पर-समाविष्टता. या विश्वातली प्रत्येक गोष्ट, प्रत्येक घटना ही अन्य असंख्य

गोष्टींशी, घटनांशी अविभाज्यपणे जोडली गेलेली आहे. आणि ही जोडणीही अशी गंमतीशीर आहे की, प्रत्येक गोष्टीत अन्य सर्व गोष्टी समाविष्ट आहेत. ही परस्पर-समाविष्टता 'सर्वभूतस्थमात्मानं सर्वभूतानिचात्मनि' हा गीतेतला श्लोक वाचतांना जशी प्रतीत होते, तशीच या प्रकरणात वर्णिलेला 'बूटस्ट्रॅप' सिद्धान्त वाचतानाही!

आधुनिक पदार्थविज्ञान आता असं ठामपणे सांगतं की, या विश्वाचे 'मूलभूत घटक' असे काहीच नाहीत. प्रारंभी अणू हे मूलभूत घटक समजले जात होते; मग अणूचे घटक सापडले - एक केंद्र आणि त्याभोवती फिरणारे इलेक्ट्रॉन. मग या केंद्रातही प्रोटॉन आणि न्युट्रॉन हे दोन कण असल्याचं आढळलं. हे आता निश्चितपणे विश्वाचे मूलभूत घटक आहेत असं वाटत असतानाच या कणांचं कण म्हणून असणारं अस्तित्वच नाकारलं जाऊ लागलं आणि ते शक्तिमूलक असल्याचं दिसू लागलं. शेवटी शेवटी तर त्यांचं 'स्वतंत्र' अस्तित्व ही कल्पनाही संकुचित ठरून, आपण वर पाहिल्याप्रमाणे एका अनादि-अनंत प्रक्रियेतील तात्कालिक स्थिती अशा प्रकारे त्यांच्याकडे पाहिलं जाऊ लागलं आहे. पण तरीही, या प्रक्रियांमधील आकृतिबंधांचा अभ्यास चालू ठेवून आजही अनेक वैज्ञानिक 'मूलभूत घटक' संकल्पनेचं भूत आपल्या मानगुटीवर वागवतच आहेत.

मूलभूत काही नाहीच !

काही वैज्ञानिक मात्र आता एक मूलतःच वेगळा विचार मांडू लागले आहेत. त्यांचं म्हणणं असं की, निसर्गाचं असं कप्प्याकप्प्यांनं वर्णन करताच येणार नाही. सर्व गोष्टींचं एकसमयावच्छेदेकरून; सुसंगत असंच वर्णन करावं लागेल. जाँफ्रे च्यू यांनी या संकल्पनेचं धुरीणत्व स्वीकारलं आहे, आणि तिला 'बूटस्ट्रॅप संकल्पना' असं नाव दिलं आहे. या विश्वाचं मूलभूत घटकांच्या भाषेत वर्णन करता येणं अशक्य आहे. परस्परसंबंध घटनांची गतिशील सरमिसळ (dynamic web of interrelated events) असंच त्याचं स्वरूप आहे. या जाळ्यातली कोणतीच गोष्ट दुसरीहून अधिक मूलभूत नाही; एका गोष्टीच्या गुणधर्माचा अपरिहार्य परिणाम अन्य सर्व गोष्टींवर होत असतो; आणि या गोष्टींच्या आंतरसंबंधातील सुसंगतीतून या जाळ्याचं स्वरूप ठरत असतं. बूटस्ट्रॅप संकल्पना केवळ मूलभूत घटकांनाच नाकारते असं नाही; तर ती मूलभूत नियम, समीकरणं किंवा तत्त्वं यांनाही नाकारते.

न्यूटनादि शास्त्रज्ञांनी 'देवानं निर्मिलेले मूलभूत घटक' (अणू) आणि 'देवानं घालून दिलेले मूलभूत नियम' यांचं विवेचन केलं होतं. पदार्थवैज्ञानिक आता असं मानतात की, हे नियम किंवा निसर्गविषयक सर्व संकल्पना ही 'मानवी मनाची निर्मिती' आहे. आपण

मनाच्या चष्म्यातून जगाकडे पाहिल्यामुळे जग असं दिसत आहे. आपलं मन वा बुद्धी सर्व गोष्टींचा एक समयावच्छेदे करून विचार करू शकत नाही. त्यामुळे एखाद्या गोष्टीचा विचार करताना अन्य कमी महत्त्वाच्या गोष्टी दुर्लक्षिल्या जातात. याच पद्धतीनं सर्व गोष्टींचा तुकड्या-तुकड्यांनी विचार केला जातो. एखाद्या तडे गेलेल्या आरशात ज्याप्रमाणे मुळात सलग असलेल्या गोष्टींचं तुकडे-तुकडे जोडल्यासारखं चित्र दिसतं, तसं या विश्वाचं असंख्य तुकड्यात विभागलेलं चित्र आपण पाहात असतो. साहजिकच ते अयथार्थ असतं. बूटस्ट्रॅप संकल्पना या प्रकारच्या पाहण्याला विरोध करते. सर्व गोष्टीचं, सर्व बाजूनी, सर्व प्रकारे, एकाच वेळी जे चित्र दिसेल ते खरं चित्र. विज्ञान या अवस्थेपर्यंत कदाचित पोहोचूही शकणार नाही याची शास्त्रज्ञांना जाणीव आहे. किंवा त्यावेळी 'विज्ञान' हे रूढ अर्थानं विज्ञान राहणारच नाही याचीही त्यांना जाणीव आहे. पण तरीही ते या दिशेत पुढे जात आहेत. अधिकाधिक प्रक्रियांचा एकाचवेळी विचार करून अधिकाधिक यथार्थ चित्र पुढे ठेवण्याची त्यांची धडपड सुरू आहे.

अंतःप्रेरित नियंत्रण

ही बूटस्ट्रॅप संकल्पना पौर्वात्य तत्त्वज्ञानाच्या मात्र खूप जवळ येते. ताओ तत्त्वज्ञानातील 'ताओ' म्हणजे या विश्वाची गमनाची पद्धती. या पद्धतीचे नियम कोणीतरी बाहेरून

लादलेले नसून ते सर्व चराचराच्या आत, अंगभूतपणेच आहेत. परस्परांशी सुसंवादी पद्धतीनं घडणाऱ्या या विश्वातल्या सर्व क्रिया-प्रक्रिया ह्या त्याबाहेरील नियंत्याकडून नियंत्रित केल्या जात नाहीत, तर सर्व घटकांचीच ती अंतःप्रेरणा आहे. या 'सर्व' अंतःप्रेरित हालचालींचं गणिताच्या वा अन्य कोणत्याही भाषेत, एकसमयावच्छेदे करून स्पष्टीकरण करणं विज्ञानाला अशक्य आहे. त्यामुळे विज्ञान मुख्य-मुख्य गोष्टी विचारात घेऊन, त्यामानानं कमी महत्त्वाच्या गोष्टींकडे दुर्लक्ष करतं. यातून यथार्थतेचं वा पूर्णत्वाचं शबल (approximate) ज्ञानच विज्ञानाला होतं. आध्यात्मिकांनाही भाषेची हीच मर्यादा जाणवते. पण त्यामुळे ते शाब्दिक वर्णनाच्या भानगडीतच पडत नाही. शब्दातीत किंवा बुद्ध्यतीत अशी अनुभूती कशी येईल यादृष्टीनंच ते प्रयत्न करतात ! जोवर आपण शाब्दिक/बौद्धिक स्पष्टीकरणं देत राहतो, तोवर संकल्पनांच्या चौकटीत आपण बद्ध असतो (कर्म बंधन). या कर्मबंधनातून 'मुक्त' होणं म्हणजे शब्दांच्या, स्पष्टीकरणांच्या अतीत जाऊन अंतिम एकत्वाचा, पूर्णत्वाचा साक्षात्कार करून घेणं.

या विश्वाचं अधिकाधिक सूक्ष्म अशा घटकांत विभाजन करता येणार नाही, मूलभूत घटक शोधता येणार नाहीत असं बूटस्ट्रॅप संकल्पनेप्रमाणेच अध्यात्माचंही सांगणं आहे.

कोणतीही एक गोष्ट दुसरीहून अधिक मूलभूत नाही असं ते मानतं. 'एकच सर्वात' आहे आणि 'सर्व एकात' आहे. अकराव्या अध्यायात अर्जुनाला जे झालं ते या प्रकारचं दर्शन आहे : तत्रैकस्थं जगत् कृत्स्नं प्रविभक्तं अनेकधा ! - नाना प्रकारे विभागलेलं सर्व जग तिथे त्याला एकत्र झालेलं दिसलं. एकाच वेळी भूत, वर्तमान आणि भविष्यकाळ तो त्या अवस्थेत पाहू लागला. ही स्थिती त्रिमितीच्या पलीकडच्या जगातली आहे. सहाव्या अध्यायातही कृष्ण म्हणतो : 'यो मां पश्यति सर्वत्र सर्वं च मयि पश्यति' - जो मला सर्व ठिकाणी पाहतो आणि माझ्या ठायी सर्व आहे अशी ज्याची दृष्टी झाली...' ही बूटस्ट्रॅप संकल्पनाच आहे !

काप्रा म्हणतात : अतींद्रिय स्थितीतील परस्पर-समाविष्टतेची ही अनुभूती म्हणजे बूटस्ट्रॅप संकल्पनेचीच आध्यात्मिक परिणती आहे.

'जाणिवे'चा समावेश

विश्वात आढळणाऱ्या 'सर्व' प्रक्रियांचं एकाचवेळी, सुसंगत वर्णन करू शकेल अशा बूटस्ट्रॅपच्या शोधात शास्त्रज्ञ आहेत. हे करीत असताना भौतिक प्रक्रियांबरोबरच त्या बघणाऱ्या निरीक्षकाची 'जाणीव' (कॉन्शसनेस) ही देखील विचारात घ्यावी लागेल असं विद्येसारख्या संशोधकांचं म्हणणं आहे. असं झालं तर पदार्थविज्ञान

आणि अध्यात्म यांना जोडणारी ती घटना ठरेल. कारण 'अहं' जाणणं आणि त्याचं या विश्वातील विविध प्रक्रियांशी काय नातं आहे त्याचा शोध घेणं हाच तर अध्यात्माचा उद्देश आहे!

'म्हणजे मग ही बूटस्ट्रॅप संकल्पना सरतेशेवटी आपल्याला नेणार कुणीकडे?' -- हा प्रश्न उपस्थित करून काप्रा म्हणतात : 'आज याचं उत्तर कुणालाच देता येणार नाही. पण एक दिवस असा उजाडेल की, जी आधारभूत वैज्ञानिक चौकट आपण स्वीकारलेली असेल, ती सोडता बाकी सर्व गोष्टींचं स्पष्टीकरण आपण देऊ शकत असू. या बिंदूनंतरही जर आपण त्याच दिशेत पुढे जात राहिलो, तर मात्र शब्दांच्या माध्यमातून काही सांगणं अशक्य होऊन जाईल. मग ती 'बूटस्ट्रॅप थिअरी' न राहता 'बूटस्ट्रॅप व्हिजन' होईल! विचार आणि शब्द यांच्या मर्यादा ओलांडून विज्ञान 'अचिंत्या'च्या क्षेत्रात प्रवेश करील! त्याठिकाणी झालेलं ज्ञान हे 'शब्दातीत' असेल.

या १८ प्रकरणात जे विवेचन केलं, त्याचा उपसंहार करताना काप्रा म्हणतात की, आधुनिक पदार्थविज्ञान आणि पौर्वात्य तत्त्वज्ञान यांतील साम्यस्थळांचा शोध घेण्याचा त्यांचा हा प्रयत्न, हा त्यांच्यासाठी सदैव आनंद आणि प्रेरणादायक स्रोत होऊन राहिला आहे. या विचारांत अवगाहन

करणाऱ्या वाचकांनाही असाच अनुभव येईल याची त्यांना खात्री आहे. पदार्थविज्ञान बाह्य जगताचा अभ्यास करता करता ज्या स्थितीपाशी येऊन पोहोचतं, त्याच स्थितीपाशी अध्यात्म अंतर्जगताच्या अभ्यासातून पोहोचतं, पदार्थांचा अभ्यास करता करता पदार्थविज्ञान या विश्वातील अंतर्निहित एकता, सुसंगतता आणि परस्पर-समाविष्टता जाणण्याच्या स्थितीपर्यंत येऊन पोहोचलं. अध्यात्मात बाह्य सृष्टीकडची दारं बंद करून घेऊन आतला प्रवास केला जातो, आणि मन-बुद्धीच्या पलीकडे जाऊन याच एकतेची, सुसंगततेची आणि परस्परसमाविष्टतेची अनुभूती घेतली जाते.

'की' नव्हे - 'आणि'

यापैकी कोणती भूमिका योग्य किंवा 'बरोबर' आणि कोणती 'चूक' असा प्रश्नच काप्रांना अनुचित वाटतो. या दोन्ही दिशा परस्पर-पूरक आहेत आणि म्हणून दोन्हींचीही आवश्यकता आहे असं ते म्हणतात. तर्क प्रज्ञेच्या आत्यंतिक विकासातून विज्ञानाला अंतिम एकत्वाची अनुभूती येते; तर अध्यात्माला ती अंतःप्रज्ञेच्या आत्यंतिक विकासातून येते. या दोन्ही दिशा पूरक आहेत - 'विरोधी' नाहीत! एका चिनी म्हणीत सांगितल्यानुसार अध्यात्माला विश्ववृक्षाचं मूळ समजतं - शाखाविस्तार नाही; उलट विज्ञानाला शाखाविस्तार समजतो - मूळ मात्र

नाही. विज्ञानाला अध्यात्माची आवश्यकता भासत नाही - ना अध्यात्माला विज्ञानाची. माणसाला मात्र दोन्हींची, आवश्यकता आहे! दैनंदिन जीवनासाठी माणसाला विज्ञान आवश्यक आहे, तर 'मानवी' प्रगतीसाठी अध्यात्म आवश्यक आहे. त्यामुळे विज्ञान 'की' अध्यात्म अशी भूमिका योग्य नसून विज्ञान 'आणि' अध्यात्म अशी भूमिकाच योग्य ठरेल असं काप्रा म्हणतात.

काप्रांच्या विचारांवर बौद्ध विचारसरणीचा खूपच प्रभाव आहे. आणि त्यामुळे तत्त्वज्ञान मांडून झाल्यावर काप्रा तिथेच न थांबता या विवेचनाच्या सामाजिक आशयाविषयी चार शब्द लिहितात. पुस्तकातला हा शेवटचा परिच्छेद फार-फार महत्त्वाचा आहे. विज्ञानां विश्वातील एकत्व सिद्ध केलं असलं, तरी सामाजिक जीवनात मात्र ते आचरणात आलेलं नाही याविषयी ते खेद व्यक्त करतात. आध्यात्मिक ज्ञान (आत्मज्ञान) हे त्या व्यक्तीत आमूलाग्र बदल घडवून आणतं, वैज्ञानिक ज्ञानातून मात्र वैज्ञानिकांत हा बदल होत नाही याविषयी ते खंत व्यक्त करतात. वैज्ञानिकांचं आणि संपूर्ण समाजाचं आजचं वागणं हे पदार्थ-विज्ञानातील या सर्व उपलब्धी कुठेच प्रतिबिंबित करित नाही. समाजात भेदाभेद तसेच आहेत, आक्रमकपणा तसाच आहे, विभाजनाची प्रवृत्ती तशीच आहे.

समाजातील ही 'स्थिती बदलली पाहिजे आणि एकत्वाच्या, समावेशकतेच्या भावनेचं संवर्धन सर्व सामाजिक क्षेत्रांत झालं पाहिजे असं ते प्रतिपादन करतात. ती खरीखुरी 'सांस्कृतिक क्रांती' असेल. हा बदल घडून येतो की नाही यावर मानवी सभ्यतेचं भविष्य अवलंबून आहे!

विविध सामाजिक क्षेत्रात हा बदल कसा घडून आला पाहिजे याचं तपशीलवार विवेचन काप्रांनी आपल्या यानंतरच्या पुस्तकात 'The Turning Point' मध्ये केलं आहे. हे पुस्तकही 'The Tao of Physics' प्रमाणेच मुळातून वाचनीय आहे.

दैनंदिन व्यावहारिक जीवन शेवटी कुणाला सुटलं आहे ? पण अशा ग्रंथांच्या, अशा विचारांच्या सान्निध्यामुळे एक माणूस म्हणून आपलं जीवन अधिक समृद्ध आणि सखोल झाल्याचा अनुभव येतो. परिवर्तनाची दिशा अधिक स्पष्ट होऊ लागते. या लेखमालेच्या मर्यादित हे विचार वाचताना वाचकांनाही काही अंशी असं वाटलं असेल आणि हे विचार मुळातून तपशीलवार वाचावेत अशी प्रेरणा झाली असेल, तर ते महद्भाग्यच!

विवेकविचार, जानेवारी ९० मधून साभार.

लेखक : दिलीप कुलकर्णी

दापोलीजवळच्या कुडावळे येथे स्थायिक, पर्यावरणविषयक लेखन, गतिमान संतुलन नावाचे मासिक चालवतात.



शुभ्रखंडाचे सम्राट

पुस्तकपरिचय : यशश्री पुणेकर

पुस्तकात पेंग्विनच्या एका जोडीची गोष्ट सांगितली आहे. पेंग्विन स्थलांतर करतात, वर्षातले साडेतीन महिने काहीही न खाता पिता राहतात, त्याची बेगमी म्हणून आधीच भरपूर खाऊन चरबी साठवतात. पेंग्विनच्या विविध जाती त्यांच्या राहाण्याच्या ठिकाणांवरून ठरतात. त्यांच्या राहण्याच्या, प्रजोत्पादनाच्या, अंडी उबवण्याच्या पद्धती वेगवेगळ्या असतात. मादी अंडी घालते आणि नर ती उबवतो. त्या काळातल्या हिमवादाळांना ते कसे तोंड देतात, त्या काळात किनाऱ्यावर गेलेल्या मादी पेंग्विननाही संकटांना तोंड द्यावं लागतं. पिलांना वाढवण्याची, भरवण्याची पद्धत या सगळ्याविषयी वाचायला मजा येते. याखेरीज दक्षिण ध्रुवावर घडणाऱ्या नैसर्गिक घडामोडींविषयी पुस्तकात माहिती आहे. निसर्गाच्या चक्राप्रमाणे बदलणारा पेंग्विनचा जीवनक्रम मुळातूनच वाचायला हवा. त्यातला काही अंश नमुन्यादाखल इथं देत आहोत.

अनेक वर्ष, अगदी पिढ्यान्पिढ्या आपण इसापानीतीतल्या गोष्टी फार आवडीनं ऐकतो. त्यातले प्राणी, पक्षी बोलतात. त्यांना नावं असतात. इतकंच नाही तर प्रत्येकाचं काहीतरी वैशिष्ट्य असतं. कोल्हा लबाड, भिन्ना भोळा ससा अशी प्रत्येकाची वृत्ती त्यातून दाखवलेली असते. या सगळ्या वैशिष्ट्यांमुळे इसापाच्या या गोष्टी आपल्याला जवळच्या वाटतात. असाच मानवी भावभावनांचा आविष्कार पेंग्विन पक्ष्याच्या दुनियेत दाखवून त्याद्वारे त्यांचा संपूर्ण जीवनपट उलगडून दाखवणारे पुस्तक नुकतेच हाती लागले - शुभ्रखंडाचे सम्राट.

पेंग्विन म्हटलं की पांढरे पोट, काळी पाठ असणारा, लांबट चोचीचा गोंडस दिसणारा, लुटलुटू चालणारा पक्षी डोळ्यापुढे येतो. या

शुभ्रखंडाचे सम्राट : श्रीविद्या प्रकाशन, लेखक - मालती देशपांडे, किं ५० रु.

बर्फाळ किनाऱ्याकडून पिढीजात घराकडे

अन्टार्क्टिक महासागराचा बर्फाळ पांढराशुभ्र किनारा! किनाऱ्यालगतच्या पाण्यात अनेक लहानमोठे हिमखंड तरंगत असलेले! त्या थंडगार पाण्यातून विक्रम पेंग्विन वरती आला. लहानमोठ्या हिमखंडांतून वाट काढीत त्याने किनारा गाठला. समोरच बर्फाची एक दरड उभी होती. चोचीने अन् शेपटीने आधार घेत तो ती दरड चढून गेला. तिच्या माथ्यावर जाऊन उभा राहिला.

बरेच अंतर सपाट्यात पोहून आल्याने विक्रमच्या शरीरात चांगलीच ऊब आली होती. त्याची नजर आपल्या पाख्यांकडे गेली. एरवी पाख्याचा खालचा भाग अगदी बर्फासारखा पांढराशुभ्र! आता त्यावर गर्द गुलाबी छटा चढली होती. तापलेले शरीर निवविण्यासाठी विक्रमने दोन्ही पाखे वर उचलून पसरले. त्यांच्या अवतीभवती गार वाऱ्याची झुळूक खेळू लागली. हलकेहलके गुलाबी छटा मावळून तिथे पुन्हा शुभ्र पांढरा रंग दिसू लागला. विक्रमने पाखे खाली केले.

किती रुबाबदार अन् राजबिंडा दिसत होता तो! जुनी पिसे टाकून देऊन त्याने नव्या पिसांचा रंगीबेरंगी डगला चढवला होता. डोक्यावर काळे शिरस्त्राण, डोक्याच्या दोन्ही बाजू झळझळीत सोनेरी, फिक्या गुलबक्षी रंगाची चोच, पाठीकडचा निळसर करडा पिसारा, छातीचा पुढचा भाग फिक्या

लिंबोळी-पिवळट पांढऱ्या रंगावर! मागच्या वर्षीच्या रंग उडालेल्या, रापलेल्या पिसांचा कुठे मागमूसही नव्हता. चोचीच्या टोकाचा भाग अन् पडदे असलेली पावले वगळता, त्याचे सारे शरीर नव्या कोऱ्या पिसांनी झळकत होते.

मान लांब करून तो आजूबाजूच्या प्रदेशाचे निरीक्षण करू लागला. सम्राट कुळातल्या पेंग्विनची ती देखणी जोडी दरडीवर उभी होती. विक्रम मेदिनपेक्षा उंचीला थोडा अधिक. त्याची चोचही तिच्या चोचीपेक्षा काहीशी मोठीच. पण तिच्याकडेही तीच खानदानी आदब, सम्राज्ञीचा रुबाब, तसाच झळझळीत रंगीबेरंगी पिसांचा नवा कोरा झगा! दोघेही माना लांबवून कधी इकडे तर कधी तिकडे वळवून आजूबाजूचा प्रदेश न्याहळीत होती.

ऐन दुपारची वेळ, पण सूर्य क्षितिजकडेरी रेंगाळलेला. त्याच्या मवाळलेल्या धूसर प्रकाशातून ऊब पार हरवलेली. किनाऱ्यापाशी प्रचंड हिमखंड मूकपणे पहारा देत खडे. किनाऱ्यालगतचे पाणी लहानमोठ्या असंख्य हिमखंडांनी भरलेले. किती त्यांचे आकार, किती त्यांच्या रंगछटा! पाण्यातून अचानक एखादी प्रचंड भिंत उभी राहावी, तशा बर्फाच्या उंच उंच दरडी किनाऱ्याशी उभ्या राहिलेल्या.

अचानक दक्षिण दिशेने चावऱ्या, थंडगार, जड वाऱ्यांचा वेगवान लोट आला, दरडींवरून सरपटत गेला, अन् सूर मारल्यासारखा समुद्रात घुसला. तरंगते हिमखंड बाजूला सरले, खालचे पाणी दिसू लागले. विक्रमचे लक्ष त्या पाण्याकडे गेले. क्षणात चोच खाली करून, पाय व शेपटी हवेत उंचावून तो बाणासारखा पाण्यात घुसला. थोड्या वेळाने त्याने पाण्यावर डोके काढले. चोचीत पकडलेले एक मोठे माकले, चव घेत घेत त्याने सावकाश पोटात रिचवले. मग दरड चढून तो पुन्हा मेदिनीशेजारी उभा राहिला.

“आता लवकरच माझा साडेतीन महिन्यांचा कडकडीत उपास सुरू होणार. म्हणून जाता जाता जरा आणखी बेगमी करून घेतली.” विक्रम म्हणाला.

मेदिनी एकदा त्याच्याकडे तर एकदा स्वतःकडे आलतून पालतून बघत राहिली. ती स्वतःशीच हसली.

“आता हसायला काय झालं तुला?”

“मघापासून मी तुझ्याकडे अन् माझ्याकडे पाहतेय! गळ्यापासून पावलापर्यंत दिसतायत् ती नुसती पोट! अगदी गच्च, तुडुंब भरलेली. बाकी शरीर असे कुठे नाहीच!” मेदिनी पुन्हा खुदकन् हसली.

“भरल्या पोटांना हसू नकोस बरं!

चरबीचं हे कोठार नसेल तर समुद्रापासून दूर वस्तीवर निभाव कसा लागणार आपला! तिथं ना अन्न, ना पाणी. भरीला तो जीवघेणा, गोठवून टाकणारा, काळोखात बुडालेला हिवाळा!”

विक्रम चालू लागला. छाती पुढे काढून घेतलेला ताठ पवित्रा, उगीचच भंपक वाटणारा आविर्भाव, अडखळणारी बेंगरूळ चाल! त्याच्याकडे पाहता पाहता मेदिनीला पुन्हा हसू लोटले.

“आज तुला सारखं हसू का फुटतंय? काहीतरी खोडी काढायचा विचार दिसतोय. फार विनोदी दिसतोय का मी?”

“आपण दोघेही अगदी विनोदी



दिसतोय. माझा अंदाज आहे, आपली वजनं दुपटीच्या वर गेली असणार! ही अवजड, गबदुल शरीरं सावरता सावरता धड चालायचंही जमत नाही आपल्याला. आता तसं म्हटलं तर हा गबदुलपणा...”

बोलता बोलता मेदिनी अचानक थांबली. तिचे लक्ष त्याच्या डोक्याच्या दोन्ही झळझळीत सोनेरी बाजूंनी वेधून गेतेले. जादूने भारल्यासारखी ती एकटक त्याकडे पाहात राहिली. तिचे सारे शरीर थरथरले. आतून एक ऊर्मी उसळून आली.

तिच्या बदललेल्या वृत्ती विक्रमच्या नरजेतून सुटल्या नाहीत. आपल्या डोक्यावर लागलेली तिची एकटक नजर त्याला स्पष्ट जाणवत होती. दमदार श्वास घेऊन त्याने छाती फुगवली. मान लांबवून तो ती एकदा इकडे तर एकदा तिकडे वळवू लागला. त्याने मान वळवली की सगळा सोनेरी झळझळीत भाग अगदी स्पष्ट उठून दिसू लागे. देहभान विसरून मेदिनी त्याकडे बघत राहिली.

स्वतःला सावरून विक्रमने दुसराच विषय सुरू केला. “हवा मोठी सुरेख पडलीय!”

“त्या वादळापासून सुटका नाही.”

विक्रम पुन्हा मान लांबवून आजूबाजूला न्याहाळू लागला. मान वेळावता वेळावता तो थांबला. त्याने काहीतरी निर्णय घेतला असावा. निश्चित पावले टाकीत तो चालू लागला. त्याच्या मागोमाग मेदिनीही! दोघांच्या मागच्या बाजूने समुद्रातून सम्राट

पेंग्विनांचा एक थवाच दरड चढून वर आला. विक्रम आणि मेदिनी यांच्यामागे त्यांनी एकेरी रांग पकडली. जणू काही अगोदरच ठरवून ठेवल्याप्रमाणे ती रांग एका विशिष्ट दिशेने चालू लागली. सेनापतीच्या मागोमाग सैनिक चालत राहावेत तसे ते पेंग्विन दक्षिण दिशेने चालू लागले; पिढ्यान्पिढ्या सम्राट पेंग्विनांची जी एक वसाहत होती तिच्या दिशेने.

वसाहत काही जवळ नव्हती. किनाऱ्यापासून चांगली साठ-सत्तर मैल दूर होती.

“थोडासा नरम बर्फ खाऊन घे. अंगातलं रक्त नीट खेळत राहिल.” मधूनमधून विक्रम मेदिनीला सुचवी.

चालता चालता रांग पाण्याच्या एका प्रवाहापाशी येऊन पोहोचली. त्याच्या पृष्ठभागावर बर्फाचा ताजा, पातळ पापुद्रा धरला होता. पण खाली पाण्याची अंधुक खळखळ ऐकू येत होती. सारे सम्राट पेंग्विन विसाव्यासाठी थांबले. त्यांनी मनमुराद आंघोळी केल्या. भरपूर पाणी पिऊन तहान भागवली. मग ते आरामशीर इकडेतिकडे विसावले. कोणी चोचींनी एकमेकांची पिसे विंचरू लागले. काहीजण जोडीजोडीने मुकाट्याने उभे राहिले. काहींनी माना लांबवून, वेळावून वेळावून, नजरेच्या टप्प्यात येईल त्या साऱ्याचे निरीक्षण सुरू केले. दोघातिघांनी माना बाजूला वळवून चोची

पाख्याखाली खुपसल्या, अन् डोळे मिटून ते चिडीचिप झाले. इतर काहीजण आपल्या आखूड शोपट्या खाली घेऊन त्यांवर निवांत बसले.

पण हे सुख फार वेळ टिकणार नव्हते. किनारा ते वस्ती या प्रवासाचे अलिखित वेळापत्रक फार काटेकोर होते. अन्टाक्टिकाच्या पांढऱ्या शुभ्र बर्फाच्छादित भूमीवर उशिराला, चुकांना क्षमा नसते. फार कालपासून घेतलेल्या कठोर अनुभवातून सम्राट पेंग्विन हा धडा पक्का शिकले होते. प्रवास वेळापत्रकानुसारच होणे आवश्यक होते.

“चला, मुक्काम उठवायची वेळ झाली. आता रेंगाळून चालणार नाही.” विक्रमने सुचविले.

साऱ्यांनी पुन्हा एकदा पाणी पिऊन घेतले. यापुढे पाण्याचा थेंब दृष्टीस पडणार नव्हता. नरम बर्फ खाऊनच तहान भागवावी लागणार होती.

थवा पुन्हा एकेरी रांग पकडून चालू लागला. काही वेळ रांग शिस्तीत चालत राहिली. तेवढ्यात कुटून तरी ढग आले. क्षितिजकडेवर रेंगाळणाऱ्या सूर्याला त्यांनी पार झाकून टाकले. अचानक आलेल्या या अरिष्टाने सारे सम्राट पेंग्विन गोंधळले. कोणत्या दिशेने जायचे ते काही त्यांच्या ध्यानात येईना. चारी बाजूंना पांढरेशुभ्र, ओसाड बर्फाळ वाळवंट! ना कुठे झाड ना

वस्ती, ना रस्ता ना नदी! कोणत्या खुणा पकडून वसाहतीवर जाणार? आसमंतात कोणत्याही जीवनाची चाहूलसुद्धा नव्हती! तो सारा कठोर प्रदेश न्याहाळता न्याहाळता थवा थबकून उभा राहिला. काहीजण थोडा वेळ उगीचच जवळपास भटकले, पण व्यर्थ! रस्ता काही ध्यानात येईना. वाटाड्यासाठी थांबण्यावाचून गत्यंतर नव्हते.

“उगीच इकडेतिकडे जाण्यात अर्थ नाही. रस्ता पार चुकायचा! सूर्य ढगातून बाहेर आला की तो दाखवील आपली वाट. पाहिजे तर एखादी डुलकी घ्यायला हरकत नाही.” कोणीतरी सुचविले.

डुलकी चांगलीच लांबली. अर्ध्या तासाने ढग पांगले. मंदसा सूर्य पुनः दिसू लागला. थवा चटकन उठला. कडक बर्फावरून एकेरी रांग पुन्हा ‘एक दो, एक दो’ करीत चालू लागली. आभाळातला सनातन वाटाड्या थव्याला त्यांच्या पिढीजात घराकडे जाण्याचा मार्ग अचूक दाखवू लागला.

एकदा या पावलावर तर एकदा त्या पावलावर भार देत, आपली गबदुल शरीरे हेलकावत हेलकावत सारे सम्राट बर्फावरून चालू लागले. त्या अफाट, ओसाड प्रदेशात त्यांच्या सोबतीला होत्या केवळ स्वतःच्याच, पार दूरवर पसरलेल्या विलक्षण लांबच लांब धूसर सावल्या।

देवाजीची देणगी फार ढवलाईची!

विक्रम किनाऱ्यावरून वसाहतीत नुकताच परतला होता. हिवाळ्याच्या सरत्या सरत्या काळात विक्रम आणि मेदिनी स्वतःचे आणि बाळाचे पोट भरण्यासाठी आलटून पालटून किनाऱ्यावर जाऊन येत.

“आनंदाची बातमी!” विक्रमने आल्या आल्या जाहीर केले. “वसंताची चाहूल लागलीय. किनाऱ्यालगतचा बर्फ वितळायला सुरुवात झालीय. खाजणं लवकरच मोकळी होतील असा रंग दिसतोय.”

वसंतऋतूच्या आणि उन्हाळ्याच्या नुसत्या आठवणीने त्यांच्या अंतःकरणात ऊब आली. पण वसाहतीतील कडाक्याची धारदार थंडी अजून कायमच होती. पिले अजूनही आईच्या नाहीतर वडिलांच्या पायावर बसून हिंडत होती.

विक्रमच्या पायावरील आपल्या ऊबदार, मऊ ‘घरट्या’ त बसून, मान वर काढून सोनुला बाहेरचे जग न्याहाळित होता. त्याने आपल्या जवळच्या मित्राला हाळी दिली, “ऐकलं का दोस्त?”

चेंडूसारखे गोल गरगरीत डोके दुसऱ्या एका ‘घरट्या’तून बाहेर डोकावू लागले.

सोनुल्याने सांगितले, “माझे बाबा म्हणतात, वसंताची चाहूल लागलीय. त्यांचं

म्हणणं ही फार आनंदाची बातमी आहे.”

“काका, आनंद कशाबद्दल?”

“अरे, वसंतऋतू आला की मागोमाग उन्हाळा आल्यावाचून राहिल का? येणारच. मग पाण्यात अन्नाची लयलूट होणार, प्रत्येक वेळी ताजे अन्न मिळणार! रात्र असो, दिवस असो, सूर्य आभाळात हिंडत राहणार; तुम्हाला तुमची सारी चुलतभावंडे भेटणार! बर्फावर नाहीतर पाण्यात तुम्ही मनमुराद खेळणार, मनसोक्त पोहोणार! अगदी मजाच मजा येणार!”

“ओऽऽऽ!” दोन्ही गरगरीत डोक्यांकडून एकच आवाज आला.

“इकडं कोण रडतंय?” म्हणत विक्रम मान वळवून बघू लागला. वाट चुकलेले एक छोटेसे पिलू थंडीने कापत होते, घाबरून रडत होते. मेदिनीचे लक्ष लागलीच त्याच्याकडे गेले. चटकन पिलाकडे जाऊन तिने त्याला आपल्या पायांवर उचलून घेतले. त्याच्याभोवती पोटाच्या कातडीची घडी लपेटली.

“मुळीसुद्धा घाबरू नकोस हं बाळा,” मेदिनीने त्याला धीर दिला. “इथं तुला कशाचीही भीती नाही. आता तुझी आई तुला हाक घालील. तू ‘ओ’ दिलीस की इथं येऊन तुला घेऊन जाईल!” मेदिनीने त्याला

उचलून घेतले म्हणून बरे झाले, नाहीतर कोवळे पिलू लागलीच गोठून मरण पावले असते.

मेदिनीला फार वेळ थांबावे लागले नाही. थोड्याच वेळात पिलाला आपल्या आईच्या हाका ऐकू आल्या. तिचा आवाज त्याने बरोबर ओळखला. “बाळा, तू कुठं आहेस?” ती ओरडून विचारीत होती.

“आई, मी हा इथं आहे.” बाळाने ओरडून उत्तर दिले. आवाजाच्या अनुरोधाने आई नेमकी मेदिनी जवळ येऊन पोहोचली. तिने बाळाला चोचीने उचलून आपल्या पायावरच्या घट्यात बसवले. मग ती मेदिनीला म्हणाली, “आज तुझ्यामुळे माझा बाळ वाचला.”

हलके हलके वसाहतीतला हिवाळा काढता पाय घेऊ लागला. थंडीची तीक्ष्ण

धार जराशी बोथटली. आता पिले भराभर वाढू लागली. आईवडिलांच्या पायावरून उतरून जास्त जास्त वेळ मोकळ्यावर राहू लागली. आईवडिलांप्रमाणेच त्यांनाही थव्याथव्याने राहायला आवडे. भरपूर सवंगडी मिळाल्याने सोनुला अगदी खूप असायचा. सारी पिले एकत्र खेळत, एकमेकांच्या खोड्या काढीत, इकडेतिकडे धावत, आरडाओरडा करून वसाहत डोक्यावर घेत. विक्रम आणि मेदिनी जरा दूर राहून त्यांची गंमत बघत.

“विक्रम, तू जरा पाहशील का यांच्याकडे? मी जरा जाऊन येतो,” शेजारच्या एका सम्राटाने विचारले.

“बेशक जाऊन ये. मी या सगळ्यांना सांभाळतो.”

पिलांना सांभाळण्याची कला विक्रमला



चांगलीच अवगत होती. गरज पडल्या वाचून शक्यतो तो त्यांच्यात ढवळाढवळ करीत नसे. एखादे पिलू कुठे एकटेच भरकटत निघाले की तो त्याला ढकलून पुन्हा थव्यामध्ये आणून सोडी इतकेच!

त्या दिवशी मेदिनी किनाऱ्यावरून नुकतीच परतली होती. तिने विक्रमला विचारले, “मी गेल्यावर सोनुल्यानं तुला फार त्रास तर नाही ना दिला?”

“छे! छे! मुळीसुध्दा नाही.”

“सोनुल्या, इकडे ये! तुझ्यासाठी किनाऱ्यावरून काय खाऊ आणलाय बघ.” थवा सोडून सोनुला लागलीच लुटकत लुटकत पळत आला. चोच उघडून वर उचलून मेदिनीसमोर उभा राहिला.

मेदिनी त्याला भरवू लागली. पोटात अर्धवट पचवून ठेवलेले अन्न होते त्यातले थोडे थोडे बाहेर काढून आपल्या चोचीने त्याच्या चोचीत घालू लागली. किनाऱ्यावर असताना तिने पोटात बऱ्याच अन्नाची बेगमी करून ठेवली होती. किनाऱ्यापासून वसाहत फारच दूर. म्हणून येता येता वाटेत तिने त्याचे पूर्ण पचन थांबवून धरले. आता वसाहतीत आल्यावर ती तेच अन्न काढून सोनुल्याला भरवीत होती. “हा घास माशाचा. हा घास माकल्याचा!” म्हणत ती त्याला प्रेमाने खाऊ घालीत होती. सोनुला मजेत, चवीने खात होता.

“किती खाऊ घालतेस आज? पोट बघ

कसं फुगलंय.”

मेदिनी बाजूला वळली. तिने पाचसहा लहान गोटे चोचीने उचलून सोनुल्याला भरवले.

“अग आई, हे काय? मला दगडगोटे कशाला खाऊ घालतेस?”

“मुद्दामच घालते. आत्ता मासे अन् माकली खाल्लिस ना? ती या दगडांनी रगडून निघतील. लवकर पचतील. पोटबिट दुखायचं नाही तुझं!”

मेदिनी मोठ्या प्रेमाने सोनुल्याकडे टक लावून पाहू लागली. डोक्याजवळच्या मोठ्या पांढऱ्या वर्तुळांमुळे त्याचा गोल चेहरा घुबडासारखा, पण मोठा मजेदार दिसत होता. सोनुलाही आईच्या डोक्याच्या दोन्ही झळझळीत सोनेरी बाजूंकडे निरखून पाहात होता. शेवटी न राहवून त्याने विचारलेच,

“आई ग, माझ्या डोक्याला तुझ्या डोक्यासारखा सोनेरी रंग केव्हा येईल?”

“सोनुल्या, त्याच्यासाठी तुला अजून वाट पाहावी लागेल. अजून निदान एक हिवाळा तरी उलटायला हवा.”

मेदिनीने पुन्हा एकदा चोचीने सोनुल्याला उघड्या चोचीत अन्न भरवले. सारे अन्न खाली सांडून गेले. सोनुला ते गिळायचेच विसरून गेला. मंत्राने भारत्यासारखा तो आभाळाकडे टक लावून पाहात होता. आश्चर्याने त्याची चोच आणखीनच वासली गेली होती. डोळेही अगदी विस्फारलेले.

आईला तो घाईघाईने म्हणाला, “आई, आई, लवकर बघ! त्या तिकडे!” सोनुल्याने मेदिनीला चोचीने आभाळाचा एक भाग दाखवला, “बघ! आभाळाच्या डोक्याला तुझ्या डोक्यासारखा सोनेरी रंग आलाय!”

विक्रम आणि मेदिनी आभाळाकडे पाहू लागली. दक्षिण दिशेला क्षितिजाकडे पासून बऱ्याच उंचावर, आभाळाच्या काळसर घुमटाचा एक लहानसा तुकडा पिवळसर सोनेरी रंगात झळझळत होता.

सोनुला देहभान विसरून बघत राहिला. लपाछपी खेळत असल्यासारखा तो रंग आता दिसे, आता दिसेनासा होई. मग मात्र तो रंग आला आणि तिथेच राहिला. त्याची झगमग वाढत चालली. कोणीतरी त्याच्यात ‘जीव’ फुं कला. श्वासोच्छ्वास सुरु झाल्याप्रमाणे तो तुकडा खाली-वर खाली-वर होऊ लागला. प्रत्येक सरत्या क्षणाबरोबर त्याचा आकार वाढू लागला. रंग अधिक गडद होत गेला. लवकरच त्याने रात्रीच्या आकाशाचा काळसर घुमट व्यापायला सुरुवात केली.

“काय होतंयू ते आता नुसतं नीट बघ. सध्या काही विचार नकोस,” विक्रमने सोनुल्याला सुचवले.

सुरुवातीस आभाळाचा तो झळझळता सोनेरी तुकडा

नुसताच मोठा होत गेला. अकस्मात काहीतरी ‘जादू’ झाली. आभाळाच्या घुमटाच्या छतापर्यंत पसरत गेलेल्या त्या तुकड्यातून लाल, निळे, हिरवे, पिवळे पडदे खाली उतरले. क्षितिजकडेवर उभ्या उभ्या क्षणात इकडे, क्षणात तिकडे धावू लागले. धावता धावता कधी त्यांचे रंग एकमेकात मिसळू लागले. त्या सर्वांतून असंख्य छटांचे पट्टे उभे राहिले. तेही क्षितिजकडेवरून क्षणात इकडे तर क्षणात तिकडे धावू लागले. आभाळाच्या घुमटाच्या छतापासून क्षितिजकडेपर्यंत उतरलेले ते पडदे आणि पट्टे, त्यातून बाहेर पडणाऱ्या रंगीबेरंगी तेजस्वी किरणांना चमकू लागले. त्यांनी कुठे कमानी उभारल्या तर कुठे गोल साखळ्या धरल्या. सर्वांची विलक्षण वेगाने धावपळ चालू होती. कोणी एक क्षण उरत घेईना!”

आभाळातला हा रंगीबेरंगी खेळ अगदी मूकपणाने चालला होता. सोनुल थक्क होऊन आभाळाकडे पाहता राहिला.



आश्चर्याने वासलेली चोच मिटायचीसुद्धा विसरून गेला.

असंख्य रंगांचे ते स्वर्गीय पडदे आणि फितीसारखे पट्टे रात्रीच्या काळसर आभाळात विशेषच खुलून दिसत होते. काही पडदे क्षितिजकडेवर धबधब्यासारखे कोसळू लागले. कधी ते हलत, तर कधी श्वास घेतल्यासारखे नुसते खालीवर होत. कधी नुसते लुकलुकत, तर कधी अगदी झगमगून उठत. आभाळात असंख्य तेजस्वी रंगांची नुसती उधळण झाली. आभाळाचा घुमट एखाद्या यक्षभूमीसारखा झळकू लागला. सारा देखावा अगदी कल्पनेबाहेरचा!

ते नवल पाहता पाहता सोनुला कापू लागला. तो हलकेच विक्रमच्या जवळ सरकला. विक्रमने आपल्या पाख्याने त्याला जवळ ओढून घेतले.

अखेरीस ते रंगीबेरंगी पडदे आणि पट्टे पाहता पाहता फुगून आले. त्यांचे रंग बाहेर उसळले. काही वेळ ते उभ्या उभ्या हिंदकाळत राहिले. शेवटी मंदावत मंदावत आभाळातून नाहीसे झाले.

ते सारे नवल पाहण्यात सोनुला पार गुंगून गेला होता. मेदिनीने त्याला पाख्याने हळून धक्का दिला, त्यासरशी तो भानावर आला. बराच वेळ आवरून धरलेला श्वास सोडला.

“विश्वासच बसत नाही माझा स्वतःच्या डोळ्यावर. सारं काही अगदी विलक्षण! किती सुंदर!” सोनुल्याने पुन्हा एकदा दीर्घ श्वास सोडला, “आता पुन्हा काही असं कधी नजरेला पडायचं नाही.”

“ते का म्हणून! कितीदा तरी बघशील तू.”

“आपल्या या बर्फाळ साम्राज्याला देवानं दिलेली देणगी आहे ती!”

“देवाजीची देणगी फार नवलाईची!”

दक्षिण ध्रुव-प्रदेशातील ऑरोरा ऑस्ट्रेलिसचे सोनुल्याला घडलेले ते पाहिले दर्शन! तो इतका भारावल्यासारखा झाला की नेहमीप्रमाणे एखादा प्रश्न विचारायचाही विसरून गेला!

शाळेचा पहिला दिवस

भाग २

शाळेत जाण्याआधीच लिहायला, वाचायला येत असलेल्या छोट्या स्काऊटचा शाळेतला पहिला दिवस. विविध घटनांनी अगदी वेगळाच ठरला. आपल्या लिहिण्या-वाचण्याच्या आनंदात ही शाळा आड येतीय की काय असं तिला वाटू लागलं -

बाहेर पटांगणात वॉल्टर कनिंगहॅम मला दिसला तेव्हा मला जरा बरं वाटलं. मग मी त्याला खाली पाडलं तेवढ्यात जेम आला आणि त्यानं मला थांबवलं. “तू त्याच्यापेक्षा ताकदवान आहेस.” तो म्हणाला. “पण वयानं तो जवळजवळ तुझ्याएवढा आहे. आणि आधी त्यानं माझी खोडी काढली.” “जाऊ दे ना स्काऊट.” “त्यानं आज डबा आणला नाहिये.” मी म्हटलं आणि त्यावरून वर्गात जे काय घडलं ते मी त्याला सांगितलं तोपर्यंत वॉल्टर उठून उभा राहिला होता. आणि शांतपणे आमचं बोलणं ऐकत होता. मी त्याला पळवून लावणार एवढ्यात जेमनं मला थांबवलं. वॉल्टरकडे न्याहाळून बघत म्हणाला, “तू ओल्ड सेरम इथल्या वॉल्टर कनिंगहॅमच्या मुलगा का?” वॉल्टरनं होकारार्थी मान हालवली. अनपेक्षितपणे जेम त्याच्याकडे बघून हसला, “आमच्याबरोबर आमच्या घरी जेवायला आलास तर

आम्हाला आवडेल,” वॉल्टरचा चेहरा एकदम उजळला पण लगेचच काळवंडला “अरे, आमचे डॅडी तुझ्या डॅडीचे मित्र आहेत. तू स्काऊटकडे लक्ष देऊ नको. ती वेडी आहे. आणि आता नाही ती तुझ्याशी मारामारी करणार.”

“असंच काही नाही हं !” मी म्हटलं. जेमनं असं परस्पर माझ्यावतीनं वचन दिलेलं मला आवडलं नव्हतं. पण सुट्टीचा वेळ वाया चालला होता म्हणून मी माघार घेतली, “हो, वॉल्टर, आता नाही मी तुला मारणार. तुला बटरबीन्स आवडतात ना? आमची कॅल् किनई खूप छान स्वयंपाक करते.” पण वॉल्टर जागचा न हलता तसाच नखं कुरतडत उभा होता.

मग जेम आणि मी त्याचा नाद सोडून चालायला लागलो. आम्ही जरासे अंतर गेलो असू तेवढ्यात वॉल्टर म्हणाला, “थांबा ना, मी येतो.” घराशी येईपर्यंत

आमच्यात चांगली दोस्ती झाली होती. जेमनं स्वयंपाकघरात जाऊन आमचा एक मित्रही आलाय, त्याच्यासाठी ज्यादा ताट घे म्हणून कॅल्परिन्याला सांगितलं. अँटिकसनं वॉल्टरचं स्वागत केलं आणि दोघंजण पिकांबद्दल चर्चा करायला लागले. जेमला आणि मला त्यातलं एक अक्षरही समजत नव्हतं. जेवणाचे पदार्थ वाढून घेत ते दोघंजण अगदी दोन प्रौढांनी बोलावं तसं बोलत होते याचं आम्हाला खूप आश्चर्य वाटलं.

बोलता बोलता वॉल्टरनं घरात साखरेचा पाक आहे का असं विचारलं, तेव्हा कॅल्परिन्या आतून पाकाची बरणी घेऊन आली. वॉल्टरनं त्याच्या भाजीवर आणि मटणावर अगदी सढळ हातानं पाक वाढून घेतला मी जर वेळीच त्याच्या लक्षात आणून दिलं नसतं तर त्यानं दुधाच्या ग्लासमधेही पाक ओतला असता. पाकाची बरणी ठेवताना ती त्याच्या बशीवर आपटून आवाज झाला. त्यानं पटकन बरणी ठेवून हात मागे घेतले. आणि मान खाली घातली. अँटिकसनं मला न बोलण्याची खूप केली तरीही, “पण त्यानं तर जवळजवळ सगळं जेवण पाकात बुडवून टाकलंय...” असं मी तक्रारीच्या सुरात बोलले मात्र, तत्क्षणी

कॅल्परिन्यानं मला स्वयंपाकघरात बोलवून घेतलं.

“काही माणसांची जेवणाची पध्दत आपल्यापेक्षा वेगळी असते.” तिनं मला दबल्या सुरात दरडावलं. “पण जेवताना त्याबद्दल नावड दाखवायची नसते. तो आपला पाहुणा आहे ना? त्याला अगदी आख्खा टेबलक्लॉथ खायचा असला तरी खाऊ दे, कळलं ?”

“पण तो पाहुणा कुठाय? तो तर कनिंगहॅम आहे !” “गप्प बस! जो कोणी या घरात येईल तो पाहुणाच असतो. आणि आलेल्या पाहुण्याला आपल्यापेक्षा कमी लेखलेलं मला चालणार नाही. तुमची परिस्थिती कनिंगहॅमपेक्षा चांगली असली तरी त्याचा असा अपमान करायचा तुला काही अधिकार नाही. तुला जर नीट सभ्यपणे वागायचं नसेल तर तिथे टेबलावर बसून खायचं नाही. इथे आत बसून खा!” असं

म्हणून कॅल्परिन्यानं एक धपाटा मारून मला बाहेर पाठवलं. मी टेबलावरून माझं ताट आणून आत येऊन जेवले. मी कॅल्परिन्याला बजावलं की मी तुला नंतर बघून घेईन ! शिवाय तिनं मला लिहायला शिकवल्यामुळेच आज मला शिक्षा भोगावी लागली होती.



“शू 55 ! आता गप्प बस बघू !” तिनं मला दटावलं.

जेम आणि वॉल्टर परत शाळेत गेले. मी मात्र कॅल्पर्निया जेमच्यात आणि माझ्यात जो भेदभाव करत होती त्याबद्दल अँटिकसला सांगण्यासाठी मागे राहिले “ माझ्यापेक्षा जेमच तिचा लाडका आहे ” असं म्हणून “तिला ताबडतोब हाकलून द्यायला पाहिजे” अशी पुस्तीही जोडली. “पण तो तिला तुझ्या निम्म्यानंही त्रास देत नाही.” अँटिकस कडक स्वरात बोलला. “तिला घालवून देण्याचा मी विचारसुध्दा करू शकत नाही. आत्ता नाही आणि कधीच नाही. आपलं तिच्याशिवाय एक दिवससुध्दा चालणार नाही. ती तुझ्यासाठी किती करते याचा कधी विचार केलायस?” कॅल्पानियावरचा राग मनात ठेवूनच मी शाळेत परत गेले. मी वर्गात पोचते न पोचते तोच अचानक एक किंकाळी ऐकू आली आणि माझा राग कुठल्या कुठे पळाला. मी बघितलं मिस कॅरोलिन वर्गाच्या मधोमध उभी होती. भीतीनं तिचा चेहरा पांढराफटक पडला होता. कसंबसं स्वतःला सावरत ती किंकाळली, “ती जिवंत आहे !” वर्गातले सगळे मुलगे तिच्या मदतीला

धावले. अरे देवा ! ती बहुतेक उंदीर बघून घाबरली असावी. वर्गातला एक धीट मुलगा - छोटा चक म्हणाला, “मिस कॅरोलिन, तो नक्की कुठे गेला आम्हाला सांगा बरं ! डी. सी 55” मागे उभ्या असलेल्या मुलाकडे बघून तो म्हणाला, “डी. सी. पटकन दार लाव म्हणजे त्याला पकडता येईल. मॅडम, लवकर सांगा कुठे गेला तो ?” मिस कॅरोलिननं जमिनीच्या किंवा बाकाच्या दिशेनं न दाखवता आपलं थरथरणारं बोट मला अनोळखी अशा एका थोराड मुलावर रोखलं होतं. लिटल चकचा चेहरा कसनुसा झाला आणि त्या मुलाकडे बघत तो सावधपणे म्हणाला, “तुम्हाला हा म्हणायचंय का मॅडम ? अं 55 हो 55... तो जिवंत आहे. त्यानं तुम्हाला भीती दाखवली का?” मिस कॅरोलिन घाईघाईनं म्हणाली, “मी त्याच्याजवळून जात होते तेव्हा ती त्याच्या



केसातून बाहेर आली ...अचानक !” “उवांना घाबरायचं अजिबात कारण नाही मॅडम. तुम्ही यापूर्वी उवा पाहिल्या नाहीत का? घाबरू नका. तुम्ही आपल्या शिकवायला सुरुवात करा” लिटल चकसुध्दा अतिशय दरिद्री कुटुंबातलाच होता पण अतिशय सभ्य होता. त्यानं मिस कॅरोलिनला हाताला धरून वर्गासमोर नेत म्हटलं, “घाबरू नका मॅडम, थांबा मी तुम्हाला पाणी आणून देतो.” थोडं पाणी प्यायल्यावर तिच्या जिवात जीव आला.

“तुझं नाव काय बाळ?” “बरिस इवेल” “ठीक, आहे बरीस मला वाटतं तू लगेच घरी जाऊन तुझे केस धुवावेस. आधी केसांच्या मुळाशी रॉकेल लाव.” आणि मग ते साबणानं स्वच्छ कर. “कशासाठी ?” “म्हणजे तुझ्या डोक्यातल्या उवा जातील. नाहीतर इतर मुलांच्या डोक्यातही होतील आणि ते तुला निश्चितच आवडणार नाही, हो ना?” तो उठून उभा राहिला. मी आजपर्यंत पाहिलेला सर्वात गचाळ, गलिच्छ माणूस होता तो. त्याची मान मळानं काळी झाली होती, हात अस्वच्छ होते, नखात माती साठलेली होती. त्याच्या चेहऱ्यावरची एकमेव स्वच्छ जागा म्हणजे त्याचे डोळे - त्यांनी तो मिस कॅरोलिनकडे रोखून पाहात होता. आज सकाळपासून सगळा वेळ मिस कॅरोलिनची आणि माझी जुगलबंदी चालू असल्यानं त्याच्याकडे आत्तापर्यंत कोणाचंच

लक्ष गेलं नव्हतं. तो हसून अतिशय उध्दटपणे बोलला, “तुम्ही मला घरी पाठवायची गरज नाहीय मिस. कारण इतका वेळ वर्गात बसल्यामुळे माझी ह्या वर्षभराची उपस्थिती पूर्ण झाली आहे. त्यामुळे तसाही मी आता घरी जाणारच होतो.” “म्हणजे? तुला काय म्हणायचंय?” यावर काही उत्तर न देता त्यानं तुच्छतेनं नुसतीच मान उडवली. वर्गातल्याच एकानं मिसला उत्तर दिलं. “तो इवेल कुटुंबातला आहे मॅडम. त्या कुटुंबातली सगळीच मुलं दरवर्षी शाळेच्या पहिल्या दिवशी फक्त हजर राहतात. त्यानंतर वर्षभरात कधीच येत नाहीत. गावातल्या सगळ्यांनीच त्यांच्यापुढे हात टेकलेत” “पण मग त्यांच्या आईवडिलांचं काय?” “त्यांना आई नाहीय आणि वडील अतिशय भांडकुदळ आहेत.” ह्या बोलण्यानं आपला सन्मानच झाला असावा अशा आविर्भावात इवेल आढ्यतेनं बोलला, “गेली तीन वर्ष मी पहिल्या वर्गात बसतो. ह्यावर्षी बहुतेक मला पुढच्या वर्गात घालतील असं वाटतंय.” “ठीक आहे, ठीक आहे, जा जागेवर जाऊन बस.” -असं बोलून मिस कॅरोलिननं फार मोठी चूक केल्येय हे तत्क्षणीच मला कळून चुकलं. बरिसचा आत्तापर्यंत कसाबसा दाबून ठेवलेला संताप उफाळून आला, “तुम्ही मला वर्गात बसवून दाखवाच मॅडम!” लिटल चक घाईघाईनं मध्ये पडत म्हणाला, “त्याला जाऊ दे मिस. तो गुन्हेगारी वृत्तीचा आहे, काहीही करू

शकतो. आणि इथे आपल्या मदतीला कोणी नाहीय.” बरिस इवेलपुढे चक हा अगदीच किरकोळ माणूस होता. पण इवेलनं त्याच्याकडे मोहरा वळवल्यावर त्याचा हात त्याच्या खिशात गेला, “मुकाट्यानं घरी जा इवेल, नाहीतरी तुझा मुडदाच पाडीन” यावर बरिस जरा दबल्यासारखा झाला. त्याचा फायदा घेत मिस कॅरोलिन म्हणाली, “बरिस घरी जा, नाहीतर मी मुख्याध्यापकांना सांगिन. नाहीतरी मला हे सर्व त्यांच्या कानावर घालावंच लागणार आहे.” यावर तुच्छतापूर्ण हुंकार देत तो संधपणे वर्गाबाहेर गेला. आणि चकपासून सुरक्षित अंतरावर पोचल्याची खात्री झाल्यावर तिथून ओरडला, “माझ्याविरुद्ध तक्रार करून दाखवाच. तुम्हाला बघून घेईन ! मला एखादी गोष्ट करायला भाग पाडू शकेल अशी व्यक्ती जन्माला यायचीय !” हे सगळं ऐकून मिस रडायला लागल्याची खात्री झाली तेव्हा कुठे तो निघून गेला.

त्याबरोबर आम्ही सगळेजण तिच्याभोवती गोळा झालो. “जाऊ दे मॅडम, तुम्ही त्याच्याकडे लक्ष देऊ नका. तो अगदीच असभ्यपणे वागला. तुम्ही आम्हाला गोष्ट वाचून दाखवता ? सकाळची ती मांजरांची गोष्ट खूप छान होती....” आम्ही आमच्या परीनं तिचं सांत्वन करत होतो. थोड्या वेळानं शांत झाल्यावर तिनं आम्हाला जागेवर बसायला सांगितलं.

आणि गोष्ट वाचून दाखवायला सुरुवात केली. शाळेत रोजच असं सनसनाटी, नाट्यपूर्ण काहीतरी घडणार असेल तर मग ठीक आहे. पण मग त्यासाठी वर्षांचे नऊ महिने मला लिहिण्यावाचण्याच्या आनंदाला मुकावं लागेल त्याचं काय ? ह्या विचारानं माझं मन उदास झालं.

संध्याकाळी ॲटिकस घरी आला. त्याला माझा शाळेचा पहिला दिवस कसा गेला हे जाणून घ्यायची खूप उत्सुकता होती. पण मी त्याच्या प्रश्नांची अगदीच तुटकपणे उत्तरं देत होते. त्यानं मला त्यावरून जास्त छेडलं नाही. माझा आजचा दिवस फारसा चांगला गेला नाही हे कॅल्पर्नियाच्या लक्षात आलं. “डोळे मीट आणि तोंड उघड. मी तुला एक गंमत देणार आहे.” वेळेअभावी ती क्रॅकलिंग ब्रेड क्वचितच बनवत असे. पण आता आम्ही दोघांही दिवसभर शाळेत असल्यामुळं तिला तो बनवायला वेळ मिळाला. “तुमची खूप आठवण झाली. घर इतकं खायला उठलं की शेवटी मी रेडिओ लावला.” “पण एरवीसुद्धा बाहेर पाऊस असला तरच जेम आणि मी घरात असतो !” “हो गं ! पण तुमच्यावर लक्ष ठेवण्यातच माझा कितीतरी वेळ जायचा. तेवढ्या वेळात आज मला हा ब्रेड बनवता आला. बरं, जा आता पळ बाहेर. मला रात्रीच्या जेवणाची तयारी करू दे.” असं म्हणून कॅल्पर्नियानं वाकून माझा पापा घेतला.

‘हिला आज झालंय तरी काय’ असं आश्चर्य करतच मी बाहेर पळाले. ती नेहमी माझ्याशी जरा जास्तच कडकपणे वागायची. तसं वागून ती माझ्यावर अन्याय करत असल्याची तिला जाणीव झाली असावी. पण ते कबूल करायची मात्र तिची तयारी नव्हती. म्हणून तिनं पापा घेऊन त्याची भरपाई केली... हंSS असंच असणार...! आज दिवसभरात इतक्या उलटसुलट घटना घडल्या होत्या की मी मनानं अगदी थकून गेले.

रात्रीचं जेवण झाल्यावर ॲटिकस नेहमीप्रमाणे पेपर घेऊन खुर्चीत बसला आणि मला हाक मारून म्हणाला, “चल स्काउट, आपण वाचन करायचं ना...” देवा रे ! हे आता माझ्या सहनशक्तीच्या पलिकडं चाललंय ! मी काहीच न बोलता व्हरांड्यात आले. माझ्या मागोमाग येत ॲटिकस म्हणाला, “काय झालंय स्काउट ?” मी म्हटलं की मला जरा बरं वाटत नाहीय. आणि मला शाळेत जाणं शक्य होणार नाही. ॲटिकस विचारात पडला. “तू आणि जॅककाका कुठे शाळेत गेलात ? तुम्हाला आजोबा घरीच शिकवत होते. तरी तुमचं सगळं व्यवस्थितच झालं की ! मी पण तसंच करणारेय.” मी माझी बाजू पटवून द्यायचा प्रयत्न केला. “आपला उदरनिर्वाह चालवण्यासाठी मला काम करावं लागतं. त्यामुळे मला तुला शिकवायला जमणार नाही. शिवाय तुला शाळेत न पाठवल्याबद्दल

मला तुरुंगात जावं लागेल ते वेगळंच. काही नाही, रात्री मी तुला औषध देतो म्हणजे बरं वाटेल. आणि उद्या शाळेत जाता येईल.” “त्याची काही गरज नाहीय. मला आता बरं वाटतंय, खरंच !”

“हो ना ? मला कल्पना होतीच. बरं, आता खरंखरं सांग, काय झालंय ?” मग मी हळूहळू दिवसभरातल्या सगळ्या घटना सांगितल्या. “... आणि ती म्हणाली की तू मला सगळं चुकीचं शिकवलंयस. त्यामुळे आता आपण कधीच एकत्र वाचू शकणार नाही. म्हणून म्हणते, प्लीज मला शाळेत पाठवू नको.” थोडा वेळ काही न बोलता ॲटिकस एकाग्रपणे कुंपणावरची वेल न्याहाळत उभा होता. मग म्हणाला, “त्याचं काय आहे स्काउट, तू जर अक्कलहुशारीनं वागलीस तर तुला कोणत्याही प्रकारच्या माणसांशी जमवून घेता येईल. समोरच्या व्यक्तीच्या भूमिकेतून आपण प्रसंगाकडे पाहिलं तर आपण त्या व्यक्तीचं त्या विशिष्ट प्रसंगीचं वागणं समजून घेऊ शकतो. आज तुला आणि मिस कॅरोलिनला दोघींनाही खूप



नवीन धडे मिळाले. उदा. कनिंगहॅम कुटुंबातल्या कोणालाही एखादी गोष्ट देऊ करणे. तिच्या दृष्टिकोनातून विचार केला तर तिचं वागणं बरोबरच होतं. नव्यानंच राहायला आलेल्या गावाबद्दल तिला एका दिवसात सगळं काही माहिती होईल अशी अपेक्षा करणं चुकीचंच नाही का ?” “पण, वाचनाशिवाय मी राहूच शकत नाही. ते काही नाही. मी नाही शाळेत जाणार. तो बरिस इवेल, दरवर्षी फक्त शाळेच्या पहिल्या दिवशी शाळेत जातो. ते कसं चालतं ?” त्यावर मला अँटिकसनं इवेल कुटुंबाबद्दल माहिती सांगितली. गेल्या तीन पिढ्या त्यांच्या कुटुंबातल्या कोणीही काहीही कामधंदा केलेला नाही. ते लोक म्हणजे गावाला कलंक आहेत. ती माणसाच्या रूपातली जनावरंच आहेत. त्यानं मला एक दिवस ते लोक कुठे आणि कसे राहतात ते दाखवायचं कबूल केलं. अशा माणसांना बळजबरीनं शिकायला लावणं निरर्थक आहे असं तो म्हणाला, “पण मी उद्या शाळेत गेले नाही तर तू मला मात्र सक्तीनं पाठवणार ?” “स्काऊट, हा विषय इथेच पुरे !” अँटिकस एकदम रुक्षपणे बोलला, “मिस् स्काऊट फिंच, तू एक सामान्य व्यक्ती आहेस आणि तुला कायदा पाळावाच लागेल.” “पण मग आपण कधीच वाचू शकणार नाही.” “अच्छा म्हणजे तुझी खरी अडचण ही आहे, हो ना ?” “हो !” यावर

अँटिकसनं माझ्याकडे पाहिलं. त्याच्या चेहऱ्यावरचे भाव बघून मला आशा वाटली की त्यानं माझ्या दृष्टीनं फायदेशीर असा काहीतरी तोडगा काढलाय. “तुला तडजोड म्हणजे काय माहित्येय ?” “नाही.” “परस्पर सामंजस्यानं केलेला करार. म्हणजे असं की, तू जर शाळेत जाण्याची आवश्यकता मान्य केलीस तर आपण आपलं रात्रीचं एकत्र वाचन पूर्वीसारखंच चालू ठेवू. कबूल ?” “एकदम कबूल !” “पण हे बघ स्काऊट, आपल्यातल्या या कराराबद्दल शाळेत कोणाला काही सांगू नकोस.” “का ?” “कारण मला खात्री आहे की अशा प्रकारची तडजोड शाळेच्या विद्वान अधिकारी व्यक्तींना रुचणार नाही.” काहीवेळा बोलताना अँटिकस जाडेजुडे शब्द वापरत असे हे आमच्या सवयीचं होतं. पण ते समजलं नाही तर त्याचा अर्थ विचारायची आम्हाला पूर्ण मुभा होती. “म्हणजे काय सर ?” “आता मी काही कधी शाळेत गेलेलो नाही. पण मला असा दाट संशय आहे की आपण रोज रात्री एकत्र वाचन करतो असं जर तू मिस् कॅरोलिनला सांगितलंस तर तसं न करण्याबद्दल ती नक्की माझा पिच्छा पुरवेल. नको रे बाबा ! तिनं ‘माझा’ पिच्छा पुरवावा अशी माझी मुळीच इच्छा नाहीये !” ●

To kill a mocking bird या हार्पर ली यांच्या कादंबरीतील अंश
 अनुवाद : प्रीती केतकर, पालकनीती गटात सहभागी

अंध लोकांना जास्त ऐकू येतं का ?

अंध लोकांमध्ये ऐकण्याची क्षमता जास्त असते असा सर्वसाधारण समज आहे. असं म्हणतात की, त्यांच्या दिसण्याच्या क्षमतेचा उपयोगही ऐकण्यासाठी होऊ लागतो. कॅनडा मधल्या मॉन्ट्रियल विश्वविद्यालयातील फ्रॅन्को लेपोर यांनी प्रत्यक्षात अंध लोक आपल्या दिसण्याच्या क्षमतेचा उपयोग ऐकण्यासाठी करतात का ? याबाबत संशोधन केले होते. जुन्या संशोधनांमधून अशी माहिती मिळाली होती की, लहान वयात ज्यांची दृष्टी गेलेली असते, त्या लोकांना इतरांपेक्षा नक्कीच जास्त ऐकू येते.

लहान वयात अंध झालेली माणसं नवीन आवाज पटकन् ओळखू शकतात आणि आवाजाच्या चढ-उतारातील फरक सुद्धा त्यांना जास्त चटकन जाणवतो, असं पाहण्यात आलंय.



लॅपोर यांनी या गोष्टीचा पडताळा करण्यासाठी एक प्रयोग केला. त्यांनी ७ डोळस आणि १२ लहान वयात अंध आलेल्या व्यक्तींना काही आवाज ऐकवून हा आवाज कोठून येतोय हे ओळखायला सांगितलं. यासाठी ते एका किंवा दोन्ही कानांनी ऐकू शकत होते. नंतर हाच प्रयोग एक पी.ई.टी. स्कॅनर वापरून केला गेला. मेंदूचा कोणता भाग सक्रीय आहे हे पी.ई.टी. स्कॅनर वापरून लगेच लक्षात येतं.

प्रयोगावरून असं लक्षात आलं की, लहान वयात अंध असणारी माणसं आवाजाची दिशा ओळखण्यात अधिक यशस्वी ठरली. परंतु आश्चर्यकारक असं की अंध लोकांमध्ये आवाज ऐकत असताना मेंदूचा दृष्टीशी संबंधित भाग अधिक सक्रीय होतो. असंही लक्षात आलं की, व्यक्ती जितकी कमी वयात अंध झालेली असेल तितका तिचा दृष्टी संबंधी भाग अधिक सक्रीय होतो.

आवाज ऐकताना अंध लोकांचा मेंदू दृष्टीसंबंधीच्या भागाचा उपयोग करू लागतो. जितक्या लहान वयात अंधत्व येतं तितकी ही क्षमता जास्त विकसित होते.

स्रोत जून २००५ मधून साभार

अनुवाद : स्वाती केळकर

सभासदत्व नोंदणी

| वार्षिक सहा अंक | किंमत | हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा. |
|----------------------------|------------|--|
| मागील उपलब्ध सर्व अंक (२६) | रु. ४४५/-* | |
| 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 पाठविली आहेत.

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

चेक 'संदर्भ सोसायटी' नावे पाठवावा.)

नाव _____

पत्ता _____

फोन :

तारीख

संदर्भबद्दल माहिती कोणाकडून मिळाली _____

संदर्भ, १) द्वारा पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,

संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

२) वंदना अपार्टमेंट्स, आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.

फोन : ०२०-५४६१२६५. वेळ : १२.३० ते ४.



गिबर्टीचे 'नंदनवनाची द्वारे' हे शिल्प
(अधिक माहितीसाठी प्रबोधन काळातील कला हा लेख पहा.)

शैक्षणिक संदर्भ - फेब्रुवारी - मार्च ०७ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

