

एप्रिल - मे २०१३

अंक ८१

शैक्षणिक संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी





ग्रीस, इजिप्त मेसोपोटेमिया तसंच भारतातील सिंधू संस्कृतीतही टेराकोटाची रंगीत भांडी फार पूर्वीपासून बनवली जात. आज खूप मोठ्या उद्योगाचं रूप धारण केलेल्या या कलेबद्दल वाचा पान २४ वरील लेखात

शैक्षणिक

संदर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी
अंक-८१ एप्रिल - मे २०१३

पालकनीती परिवारासाठी निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

विश्वस्त :

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

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ, मांडणी, छपाई :

रमाकांत धनोकर, ग्रीन ग्राफीक्स.

व्यवस्थापन : ज्योती देशपांडे

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

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी,
अमलेंदु सोमण, यशश्री पुणेकर.

पत्ता : द्वारा, समुचित एन्व्हायरोटेक प्रा.लि.
फ्लॉट नं. ६, एकता पार्क को. ऑप. हौ. सो.
निर्मिती शोख्मच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,
लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

इतर अंकाची किंमत रु. ३०/-

मुखपृष्ठावर : १५ फेब्रुवारी २०१३ला रशियातील चेल्याबिन्स्क शहराजवळ मोठा अशनी धडकला. जीवित हानी झाली नाही. पण जिथे तो धडकला तिथे मोठ्ठा खड्डा पडला. त्याचे छायाचित्र मुखपृष्ठावर आणि लेख वाचा पान ३८ वर.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ८१

- अग्गोबाई, ढग्गोबाई! – विनता विश्वनाथन, अनु. गो.ल. लोंढे ३
- वनस्पती जमिनीवर कशा आल्या? – अ.चिं. इनामदार ७
- थोडीशी गंमत – प्रतिनिधी १७
-  अरेच्या! हे असं आहे तर! भाग-४ – शशी बेडेकर २०
- माती आणि चिनी माती - भाग-१ – राम थत्ते २४
-  ध्वनी - भाग ५ – अतुल फडके २९
- कृत्रिम पाऊस – विजय जाधव ३३
- रशियावर अशनी – प्रियदर्शिनी कर्वे ३८
-  गणित उद्यानात फेरफटका - भाग २ – नागेश मोने ४२
- गॅलिलिओ गॅलिली - होता एक गारुडी - किरण बर्वे ५०
- विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१३ : उत्तरावली ५५
- 'सौरपुराण' च्या निमित्ताने - श्रीनिवास पंडीत ६९
- माशांसाठी शिड्या आणि घसरगुंड्या - अनु. ज्योती देशपांडे ७७
-  हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

अव्वोबाई, ढव्वोबाई!

लेखक : विनता विश्वनाथन • अनुवाद : गो.ल. लोंढे

आमच्या मित्रमंडळात एकजण फार चिकित्सक आहे. नेहमी शंका विचारणारा शंकासूरच आहे तो! त्याने एकदा विचारले जमिनीपासून ढग खूपच उंचीवर असतात आणि आकाराने मोठे असतात, अशा ढगांचे वजन आपण कसं ठरवायचं?

व्यवहारातील कोणत्याही पदार्थाचे वजन करणे म्हणजे एक सामान्य क्रिया आहे. हाताने उचलून धरता येणारा आटोपशीर पदार्थ वजनयंत्रावर ठेवला तर त्या पदार्थाचे वजन करणे आपल्याला शक्य होते. आणि अशी वजनयंत्रे (डिजिटल मशिन्स) तर लहानसहान किराणा दुकानांमधूनसुद्धा वापरली जातात हे आपण पाहतो. पदार्थाचे अगदी काटेकोर वजन करण्याची फारशी गरज नसेल तर दोन पारड्यांचा तराजू वापरूनही हे काम भागते. म्हणूनच भाजीबाजारात दोन पारड्यांचा तराजू सर्रास वापरात असतो. एखादी वस्तू आकाराने मोठी आणि वजनाने खूप जड असेल - समजा मालाने भरलेला ट्रक, तर त्या ट्रकचे वजन विशिष्ट तुला केंद्रावर करावे लागेल किंवा अवजड वस्तूचे वजन करण्याचा काटा जेथे असेल तेथे जावे लागेल.

येथे एक मुद्दा अगदी उघड आहे की एखादी वस्तू खूपच हलकी - एक ग्रॅम किंवा

अर्धा ग्रॅम - किंवा त्यापेक्षाही कमी वजनाची असेल किंवा एखादी वस्तू काही टनांपेक्षाही जास्त वजनाची असेल तर त्या वस्तूचे बिनचूक वजन करणे हे एक आव्हानच असते. आज अशी वजनयंत्रे उपलब्ध आहेत की त्या यंत्राने हलक्यातल्या हलक्या वस्तूचे वजन बारकाईने मोजता येते. तसेच अगदी खूप जड वस्तूचे किंवा जड मशीनचेही वजन काळजीपूर्वक मोजता येते. मोठ्या मशीनचे वजन करताना कधीकधी त्या मशीनच्या वेगवेगळ्या भागांचे स्वतंत्रपणे वजन करण्याची पाळी येते.

कधीकधी वस्तूचे सरळ सरळ वजन मोजणे मात्र कठीण होते. याची ढीगभर कारणे आहेत. उदाहरणार्थ एखाद्या जंगलातील सर्व झाडांच्या लाकडाचे एकूण वजन काढायचे असेल तर त्यासाठी, त्यासंबंधीची सर्व मानके व अनुमाने विचारात घ्यावी लागतात.

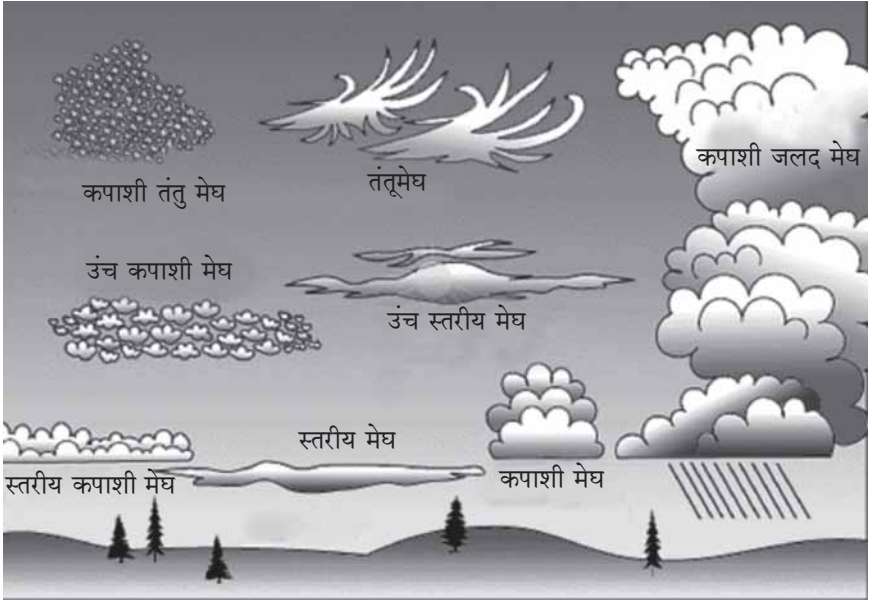
त्यामुळेच ढगाला आपण वजनाच्या

कोणत्या प्रतवारीत बसवणार? खूप हलका की खूप जड? हा गोंधळ होतो. लक्षात घ्या की ढग हवेत तरंगत असतात. आणि हवेच्या नुसत्या झोतानेच ते एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी ये-जा करीत असतात म्हणजे ढग वजनाने हलकेच असायला पाहिजेत. पण ढगांबद्दल आपण वेगळ्या दृष्टिकोनातून विचार केला तर असं लक्षात येतं की कित्येक वेळा ढग फुटतात, त्यातून मुसळधार पाऊस पडू लागतो म्हणजे इतके सगळे पाणी वाहून नेणारा ढग कितीतरी जड असला पाहिजे.

ढग हा मुख्यतः सूक्ष्म जलबिंदूंनी किंवा सूक्ष्म हिमबिंदूंनी किंवा दोन्ही सूक्ष्मकणांचा मिळून बनलेला असतो. पाण्याची वाफ किंवा सूक्ष्म जलबिंदू वातावरणात सहसा दिसत

नाहीत. पण जेव्हा पाण्याच्या वाफेचे सूक्ष्मबिंदू आपसात एकत्र येतात तेव्हा त्यांचे ढगात रूपांतर झालेले दिसते. ढगात सामावलेल्या अनेक जलबिंदूंच्या व अनेक हिमबिंदूंच्या आकारात पुष्कळच फरक असतो. हे बिंदू एक मायक्रॉनपासून शेकडो मायक्रॉनच्या आकाराचे असू शकतात. एक मायक्रॉन म्हणजे 10^{-6} सेंटिमीटर किंवा एक मिलीमीटरचा हजारवा भाग होय. इतका लहान आकार आपल्या नजरेच्या क्षमतेच्या पलीकडचा असतो. म्हणजे त्यातील एखादा मोठा कणसुद्धा आपल्याला साध्या डोळ्यांनी दिसू शकत नाही. अंदाज येण्याकरिता सामान्य ढगातील हजारो जलबिंदू एका पाठोपाठ एक याप्रमाणे रचले तर त्यांची

ढगांचे प्रकार



लांबी एक मिलिमीटर भरेल.

दग हवेत तरंगत इकडे तिकडे जात असतात. अशा अस्थिर पदार्थाचे वजन करणारी यंत्रणा अस्तित्वात नाही हे आपण जाणतोच. अशा परिस्थितीत आपणास दगाच्या वजनाचा फक्त



अंदाजच करता येईल. दगाचे वजन मोजण्यासाठी ठरावीक आकारमानाच्या दगातील सर्व जलबिंदूंचे आणि सर्व हिमबिंदूंचे एकूण वजन मोजणे हा एक पर्याय आहे.

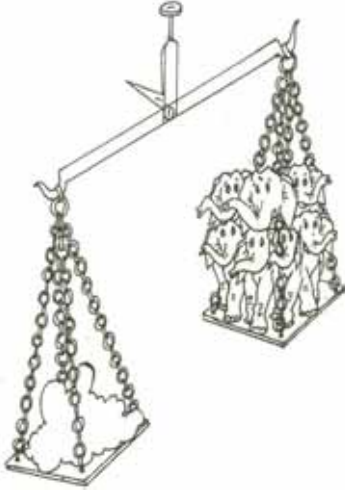
आकारावरून व स्वरूपावरून दगांचे चार प्रकार पडतात.

१. राशीमेघ किंवा कपाशी दग (cumulus) : हे दग पिंजलेल्या कापसासारखे असतात. उभट असतात व उंचउंच वाढतात.
२. स्तरीय दग (stratus) : हे थरांचे दग उभे न वाढता आडवे पसरतात.
३. तंतुमेघ किंवा पक्षाभ दग (cirrus) : हे दग पिसारा असल्यासारखे वाटतात. फिक्या करड्या रंगाचे असतात. भरपूर लांबीची काल्पनिक पिसे दगाच्या पृष्ठभागावर खोचली आहेत असे वाटते.
४. जलद दग किंवा बरसणारे दग (nimbus) - हे दग काळ्या रंगाचे असतात.
कपाशी दगाचे लहान दग व मोठे दग

असे दोन प्रकार असतात. लहान दग केवळ काही फूट लांबीचे असतात, तर मोठे दग कित्येक चौरस किलोमीटर प्रदेशाला झाकून टाकण्याइतके मोठे असतात आणि वीस किलोमीटरपेक्षाही जास्त उंच असतात.

स्तरीय दग हे सुद्धा कित्येक चौरस किलोमीटर क्षेत्र व्यापणारे असतात. याच दगांमुळे एखादा संपूर्ण देशच दगाने झाकलेला आपण कधी कधी टी.व्ही. वर पाहतो.

दगांचे हे सर्व जगडव्याळ प्रकरण सोप्या पद्धतीने समजून घेण्यासाठी आपण कपाशी दग विचारात घेऊ. तसंच आपली कल्पनाशक्ती आणि थोडं गणित वापरू. कपाशी जातीचा एक दग जमिनीपासून जवळजवळ तीन किलोमीटर उंचीवर आकाशात इतस्ततः फिरतो आहे. त्याचे आकारमान एक घन किलोमीटर आहे असे आपण समजू. एक किलोमीटर लांब, एक किलोमीटर रुंद आणि एक किलोमीटर उंच असे जर एखाद्या वस्तूचे माप असेल तर तिचे आकारमान एक घन किलोमीटर होते असे आपण म्हणतो. आपण विचारात



घेतलेल्या ढगाचे आकारमान तेवढेच आहे. काही हवामानतज्ञांच्या मते एक घनमीटर आकारमानाच्या कपाशी ढगात एक ग्रॅम (०.००१ कि.ग्रॅ.) पाणी थेंबांच्या रूपाने असते. त्यावरून एक घन किलोमीटर आकारमानाच्या ढगात किती पाणी असेल त्याचे आपण गणित करू.

एक घन किलोमीटर = 10^9 घन मीटर.

एक घनमीटर आकारमानाच्या ढगातील एकूण पाण्याचे प्रमाण

$$= 0.001 \times 1000 \times 1000 \times 1000 \text{ किलोग्रॅम होईल.}$$

$$= 10,000,000 \text{ किलोग्रॅम होईल.}$$

म्हणजेच आपण गृहीत धरलेल्या ढगात १००० टन पाणी आहे. अगदी थोडक्यात आणि सोप्या भाषेत सांगायचे तर असे म्हणता येईल की एक घन किलोमीटर आकारमानाच्या ढगात एक हजार टन पाणी असते.

सजीव सृष्टीतील खूप वजनदार प्राण्याची आणि वजनदार नमुना ढगाची तुलना करायची असेल तर आपल्या मनासमोर आशियाचा हत्ती येईल. आशियातील एका हत्तीचे वजन जवळजवळ २.७ टन असते. म्हणजे अशा तीनशे सत्तर हत्तींचे वजन आपण गृहीत धरलेल्या नमुना ढगाएवढे होईल.

अर्थात वरील नमुन्यापेक्षा कमी आकारमानाचा ढग असेल, तर त्याचे वजन यापेक्षा (१००० टनापेक्षा) कमी

असू शकेल, तसेच नमुना ढगापेक्षा एखादा ढग आकारमानाने मोठा असेल तर त्याचे वजन (१००० टनापेक्षा) जास्त असू शकेल हे ओघाने आलेच. याखेरीज ढगात असणाऱ्या जलबिंदूंचा, हिमबिंदूंचा आकार तापमान, हवेचा दाब किंवा इतर कारणाने बदलू शकतो. अशा बदलामुळेच कोणत्याही दोन ढगांचे वजन वेगवेगळे असू शकते.

वर दिलेल्या गणितावरून आपण असे म्हणू शकतो की ढग फार वजनदार असतात. आकाशात धुराच्या लाटाच्या लहान डागासारखे दिसणारे ढग वजनाच्या बाबतीत कित्येक हत्तींनाही भारी असतात!



शै. संदर्भ अंक ८४ मधून साभार.

लेखिका : विनता विश्वनाथन

हिंदी अनुवाद : अम्बरीश सोनी

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

वनस्पती जमिनीवर कशा आल्या?



लेखक
अ.चिं. इनामदार

प्रत्येक सजीवाची एक आदिम प्रेरणा असते. ती म्हणजे आपली प्रजाती टिकवून धरावी, तिची संख्या वाढवावी. काही उदाहरणे पाहू - अमिबाची संख्या कशी वाढते ते आपण जाणता - एका अमिबाचे शरीर म्हणजे एकच पेशी असते. ती पुरेशी मोठी झाली, की त्या पेशीचा असा प्रयत्न सुरू होतो की एकीच्या दोन पेशी व्हाव्यात. तेव्हा पेशीकेंद्राचे देखील दोन भाग होतात आणि त्या भोवती पेशीद्रव जमा होऊन पुढे दोन पूर्ण वेगळ्या पेशी तयार होतात. या दोन पेशींची गुणसूत्रे पूर्णपणे एकसारखीच असतात - त्याला एकगुणित गुणसूत्रे म्हणतात.

यीस्ट (किण्व) पेशीचे पुनरुत्पादन होताना एक अंकुर/फुगवटा तयार होतो. ती नवी पेशी असते व ती मोठी झाल्यावर मूळ पेशीपासून अलग होते. इथे देखील एकगुणित गुणसूत्रेच असतात. याला अलैंगिक प्रजनन म्हणतात.

ऊस, गुलाब यांच्या डोळ्यांपासून नवीन रोप वाढू शकते. कढीलंब, रताळे यांच्या मुळांवर अंकुर असतात. तेवढा भाग लावला तर नवीन वनस्पती वाढते. शेवगा, पांगारा यांच्या फांद्या लावून नवी झाडे तयार करतात. जलपर्णीच्या एका रोपापासून पाण्यावर तिचा दाट गालिचा तयार होतो. या सर्व उदाहरणात, तयार झालेल्या नव्या रोपांची गुणसूत्रे एकगुणित पद्धतीने तयार झालेली असतात. यालाच शाकीय प्रजनन म्हणतात.

मात्र इतर अनेक झाडांच्या बिया रुजून रोपे बनतात हे आपण पाहिलेले असते. बिया तयार होण्यापूर्वी वनस्पतींना फुले येतात, परागण होते, फळे धरतात मग बिया तयार होतात, हेही आपल्याला माहीत असेल. सांगायचे असे की बिया तयार होणे आणि आधी पाहिलेल्या पद्धती यामध्ये एक मूलभूत फरक आहे.

बिया तयार होतात, तेव्हा त्यांच्यामध्ये दोन सजातीय वनस्पतींची गुणसूत्रे एकत्र आलेली असतात. ज्या झाडावर स्त्रीपुष्प असते, त्याची आणि ज्या झाडापासून परागकण येऊन त्या स्त्रीपुष्पाचे फलन होते त्याची. या फलनाच्या क्रियेत दोन्ही झाडांच्या ज्या पेशी वापरल्या गेल्या त्या झाडाच्या इतर पेशींपेक्षा वेगळ्या असतात. त्यांची गुणसूत्रे अर्धी केलेली असतात. त्याला म्हणतात अर्धगुणित किंवा एकगुणित. अशा दोन विशिष्ट पेशी एकत्र येऊन नवा जीव/नवी वनस्पती जन्माला घालू शकतात. या नव्या जीवाची पहिली पेशी द्विगुणित गुणसूत्रांची असते. याला लैंगिक प्रजनन म्हणतात.

आपण वर पाहिलेल्यापैकी बिया तयार होणाऱ्या वनस्पती सर्वांत उत्क्रांत समजल्या जातात. कारण त्यात दोन जीवांच्या गुणांची सरमिसळ होऊन नवा जीव बनतो.

जगात तयार झालेल्या पहिल्या वनस्पती या पाण्यात निर्माण झाल्या आणि आज आपण पाहतो, त्या उत्क्रांत वनस्पती तर बहुसंख्येने जमिनीवर वाढतात. मग हा बदल का झाला असेल - कसा झाला असेल, त्याबद्दल इथे पाहूया -

पाण्यातून बाहेर कशासाठी ?

वनस्पती प्राण्यांच्या आधी आल्या. समुद्र, त्यातही उष्णकटिबंधातील उथळ समुद्र, खाड्या येथे सजीवांचा पाळणा प्रथम हलला असे मानले जाते. लक्षावधी वर्षांपूर्वी

सजीवांचा खारे पाणी - निमखारे पाणी - गोडे पाणी - जमीन असा प्रवास झाला.

वनस्पतींच्या बाबतीत हा प्रवास आवश्यक / अपरिहार्य होता का? असल्यास तसे का या प्रश्नांची उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न अनेकांनी केला आहे. बॉवर व कॅम्बेल या प्रसिद्ध वनस्पती वैज्ञानिकांनी याबद्दल विचारमंथन करून त्यांची मते मांडली आहेत.

तसे पाहिले तर वनस्पतींना पाण्यात वाढणे सोपे, जमिनीवर वाढणे अवघड. पाण्यात वाढताना पाणी शोषून ते साठवण्याचा प्रश्न येत नाही. सर्व बाजूंनी पाणी आधार देत असल्याने त्यासाठी वेगळ्या ऊर्तीची आवश्यकता नसते. यामुळे मुळे, खोड वगैरे अवयव व संवहनी ऊर्तीची गरज नसते. जीवनकलह तीव्र नसतो. शाकीय पुनरुत्पादन वेगात होते. याउलट जमिनीवर वाढताना पाणी शोषून घेणे, आधार देणे यासाठी मुळे, पाणी वाहून नेण्यासाठी खोड, फांद्या व संवहनी ऊर्ती, पाण्याचे बाष्पीभवन होऊन ते वाया जाऊ नये यासाठी पृष्ठभागावर मेणाप्रमाणे चिकट पदार्थांचा (क्युटिन, स्युबरिन) थर देणे वगैरे प्रश्न उभे राहतात.

असे असताना वनस्पती जमिनीवर का आल्या, एवढेच नव्हे तर जमिनीवरच त्यांची शैवाल - हरिता - नेचे - सपुष्प वनस्पती अशी उत्क्रांती का झाली हे समजून घेताना आपणास शैवाल या आदि-वनस्पतींचे जीवन व पुनरुत्पादन (व त्याच्या मर्यादा) याबद्दल समजून घ्यावे लागेल.

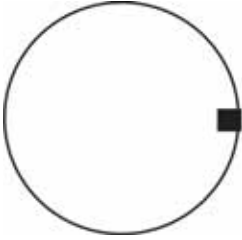
उष्णकटिबंधातील उथळ खाड्यात सुमारे १,५०० दशलक्ष वर्षापूर्वी वनस्पतींचा उगम झाला. हिरवे शैवाल या पहिल्या वनस्पती. वनस्पती व सर्व सजीवांच्या आयुष्यात दोन अवस्था असतात. त्यांची क्रमाने अदलाबदल होते. त्या अवस्था म्हणजे एकगुणित रंगसूत्रे असलेली अवस्था आणि द्विगुणित रंगसूत्रे असलेली अवस्था.

यापैकी एकगुणित रंगसूत्रे असलेली अवस्था आधी अस्तित्वात आली. तिच्यात पेशीविभाजनाने युग्मके (गंतुक / गॅमीटस्) तयार होतात. दोन युग्मकांच्या संयोगाने द्विगुणित रंगसूत्रे असलेल्या पिढीची पहिली

पेशी (चलबीज, झायगोट) तयार झाली. तिची वाढ होऊन द्विगुणित पिढीचे शरीर बनले. शैवाल, हरिता, नेचे व सपुष्प वनस्पतीत हे शरीर म्हणजेच आपण पाहत असलेल्या वनस्पती. त्यापुढे अधिकाधिक उत्क्रांत झाल्या.

द्विगुणित पिढीच्या वनस्पती पाण्यात राहण्यास अयोग्य होत्या. त्यामुळे त्या जमिनीवर आल्या. याउलट, एकगुणित शरीराच्या वनस्पती जमिनीवर राहण्यास अयोग्य होत्या. त्यामुळे उत्तरोत्तर या पिढीचा न्हास व द्विगुणित पिढीची उत्क्रांती झाली.

आपली प्रजाती टिकवून धरून तिची



अ) शैवाल (१) : ९०-९९, (२) : १०-१

ब) हरिता वर्गीय वनस्पती (१) : ७० (२) : ३०



क) नेचे (१) : २०, (२) : ८०

ड) सपुष्प वनस्पती (१) : ०५-०९ (२) : ९५-९९

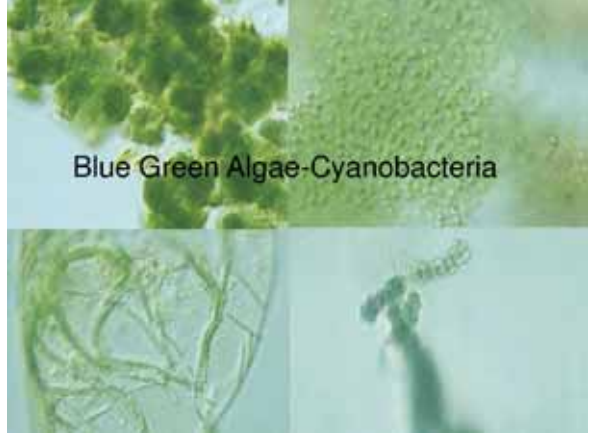
अर्धसूत्री विभाजनाचे स्थान (→) व गंतुकधारी (१) व बीजाणुधारी (२) अवस्थांचा तौलनिक कालावधी. सपुष्प वनस्पतीत हे उलट झाले आहे. (आकृत्या प्रातिनिधिक व काल्पनिक)

संख्या वाढविणे ही सर्व सजीवांची आदिम प्रेरणा आहे. त्यामुळे जेव्हा वनस्पतींची पाण्यात वाढ होण्याला मर्यादा आली तेव्हा त्या जमिनीवर आल्या किंवा त्यांना यावे लागले.

पाण्यात व क्वचित चिखलात वाढणाऱ्या शैवाल वनस्पती

धाम्यासारख्या, एकमितीय (लांबीत फक्त) वाढणाऱ्या किंवा सपाट (लांबी, रुंदी) द्विमितीय असतात. काही तांबडे, करडे शैवाल व अपवादाने हिरवे शैवाल (उदा. कारा) यांना मुळांसारखे, खोडांसारखे, पानांसारखे अवयव असतात. यातला 'सारखे' शब्द महत्त्वाचा. का? तर शैवालांचे शरीर एकगुणित रंगसूत्रे असलेले गंतुकधारी असते. त्यांच्यात द्विगुणित रंगसूत्रे असलेली बीजाणुधारी अवस्था अल्पकालीन असते. **गंतुकधारी, बीजाणुधारी अवस्थांची भानगड**

शैवालांच्या जीवनात दोन अवस्था असतात. एका अवस्थेतील पेशीत एकगुणित रंगसूत्रे असून त्या गंतुके (युग्मक/गॅमीटस्) तयार करतात. गंतुकस्वतंत्रपणे रुजून नवीन वनस्पती बनवू शकत नाही. शैवालांची आधीची गंतुके सर्वसमान - एकसारखी होती. नंतर त्यांच्यात थोडा फरक झाला व शेवटी ती पुंबीज व स्त्रीबीज अशा स्वरूपात



Blue Green Algae-Cyanobacteria

आली. शैवाल वनस्पतींची हीच गंतुकधारी अवस्था आपण पाहतो. नाजूक, पातळ व पाण्याशिवाय राहण्यास पूर्ण अयोग्य अशी अवस्था.

या अवस्थेच्या अखेरीस दोन गंतुके एकत्र येतात व त्यांच्या संयोगाने दुसरी बीजाणुधारी (बीजाणुद्भिद) अवस्था बनते. यातल्या सर्व पेशी द्विगुणित रंगसूत्रे असलेल्या असतात. यातल्या पुनरुत्पादनाशी संबंधित काही पेशी अर्धसूत्री विभाजनाने बीजाणूंना जन्म देतात. बीजाणू (स्पोअर) ही गंतुकधारी अवस्थेची पहिली पेशी. ही रुजून गंतुकधारी अवस्था बनते. पुन्हा गंतुके.... बीजाणू... असे अवस्थांचे चक्र सुरू राहते.

नेच्याच्या दोन अवस्था

शैवालामध्ये, मागे पाहिल्याप्रमाणे गंतुकधारी अवस्थाच आपण पाहतो. बीजाणुधारी अवस्था कमी वेळ अस्तित्वात असते व गंतुकधारी पिढीत लुप्त असते (याला काही अपवाद आहेत.)

शैवालानंतरच्या वनस्पती हरितावर्गीय. शैवालांइतकी नसली तरी यातही गंतुकधारी अवस्था (युग्मकोद्भिद) अधिक वाढ झालेली, अधिक काळ जगणारी आणि अधिक महत्व असलेली आहे. या अवस्थेवर दुसरी बीजाणुधारी अवस्था आधार व पोषणासाठी अवलंबून असते. जमिनीसपाट किंवा फार कमी उंची असलेल्या या अवस्थेच्या पेशी मऊ, एकसारख्या असतात. मुख्य म्हणजे पुंयुग्मकाला दोन कशाभिका (फ्लॅजेला) असतात. पुंधानी व स्त्रीधानी फुटण्यासाठी व पुंयुग्मक पोहत स्त्रीयुग्मकापर्यंत पोचण्यासाठी पाण्याची आवश्यकता असते. मऊ शरीर व जीवनचक्र सुरू राहण्यासाठी पाण्याच्या असलेल्या आवश्यकतेमुळे वनस्पतींचा उगम पाण्यात झाला.

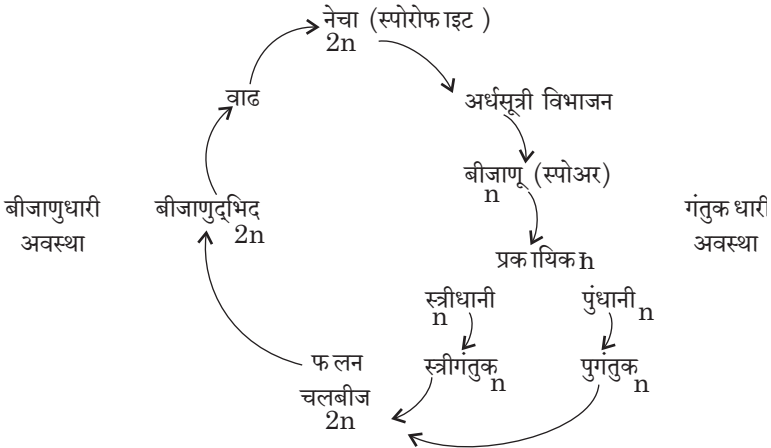
१,५०० दशलक्ष वर्षांपासून असलेल्या

शैवालांची सुरुवात व वाढ पूर्णतः पाण्यात झाली.

शैवालानंतरच्या वनस्पती हरितावर्गीय व नेचे. यापैकी हरितावर्गीय वनस्पती उभयचर - पाणी व जमीन दोन्हीवर वाढणाऱ्या आहेत. तर नेचे पूर्णपणे जमिनीवर वाढणारे. शैवालानंतरच्या या दोन वर्गात दोन महत्त्वाचे बदल होत गेले.

पहिला म्हणजे त्यांची गंतुकधारी अवस्था (गॅमीटोफाइट) साधी (simple) होत गेली, व त्यामुळे या अवस्थेचे शैवालांशी असलेले साम्य हळूहळू कमी होत गेले. याउलट त्यांची बीजाणुधारी अवस्था अधिकाधिक जटिल (कॉम्प्लेक्स) होत गेली म्हणजे अवस्थांचे पूर्वीचे महत्त्व उलटोपालट झाले.

हरिता वर्गीय, नेचे व नंतर सपुष्प



दोन अवस्थांच्या पाठशिवणीचे हे चक्र फर्न (नेचा), हरिता (मॉस) इत्यादि वनस्पतीत ठळकपणे दिसते. ते असे असते.

वनस्पती या सर्वांत ही गोष्ट अधिकाधिक प्रमाणावर घडत गेली. विविध वनस्पती वर्गातील याच्या प्रातिनिधिक उदाहरणांवरून हे स्पष्ट होईल.

१. **रिक्सिया** : ही हरितावर्गातील आधीची वनस्पती, जमिनीसपाट, १-२ सें.मी लहान असते. यामध्ये



गंतुक / युग्मक : पुनरुत्पादनाशी संबंधित एकगुणित रंगसूत्रे असलेली पेशी. तिचा दुसऱ्या पेशीशी संयोग झाल्याशिवाय ती वाढू शकत नाही.

पुरुष गंतुक / पुंयुग्मक (मेल गॅमीट) :

लहान आकाराची दोन किंवा अपवादाने अनेक कशाभिका (फल्लजेला) असलेली पेशी. कशाभिकांमुळे ही स्वतंत्रपणे हालचाल करू शकते. मात्र त्यासाठी पाण्याची आवश्यकता असते. पाण्यातून पोहत ती स्त्रीयुग्मकापर्यंत पोहोचते व त्याचे फलन करते.

कशाभिका (फल्लजेला) : प्रथिनांचे तंतू, यांच्या हालचालीने युग्मके पोहू शकतात.

स्त्रीगंतुक/स्त्रीयुग्मक : मोठ्या आकाराचे, अचल स्त्रीबीज. याच्या फलनाने चलबीज (झायगोट) तयार होते.

चलबीज : पुंबीज व स्त्रीबीजाच्या संयोगाने बनलेली द्विगुणित पिढीची पहिली पेशी. याच्या सूत्री विभाजनाने (मायटॉसिस) द्विगुणित पिढीचे शरीर बनते.

पुंधानी : पुंयुग्मके तयार होण्याचे ठिकाण.

स्त्रीधानी : स्त्रीयुग्मके तयार होण्याचे ठिकाण. चलबीजाची सुरुवातीची वाढ याच्यात होते.

गंतुकधारी/युग्मकोद्भिद अवस्था : एकगुणित बीजाणू रूजून वाढल्याने एकगुणित रंगसूत्रे असलेल्या पेशींचे बनलेले शरीर.

बीजुकधारी/बीजाणुद्भिद अवस्था : चलबीजाच्या वाढीमुळे द्विगुणित रंगसूत्रे असलेल्या पेशींचे बनलेले शरीर.

बीजाणू : बहुधा अर्धसूत्री विभाजनाने बनलेले एकगुणित रंगसूत्रे असलेले पुनरुत्पादनक्षम कण. हे रूजून गंतुकधारी अवस्था तयार होते.

बी/बीज : कमी अधिक वाढलेला व सुप्तावस्थेत असलेला भ्रूण, त्याच्या पोषणासाठी भ्रूणपोष व दोन्हींच्या संरक्षणासाठी कडक भित्तिका असलेले फलित बीजांड.

गंतुकधारी अवस्थेत पुंधानी व स्त्रीधानी शरीरात असतात. बीजाणुधारी पिढी अत्यंत साधी, गोलाकार, फक्त एकपेशीय संरक्षक भित्त व मर्यादित बीजाणू इतकीच असते. बीजाणूंच्या प्रसारासाठी खास प्रयत्न नाहीत.



२. हरिता : यातील

गंतुकधारी अवस्था छोट्या झाडासारखी असते. मूळ, खोड व पाने असे (खोटे) अवयव असतात. तर बीजाणुधारी अवस्थेत तिला देठ व टोपलीसारखी बीजाणू असलेली पिशवी असते. असंख्य लहान बीजाणू असलेल्या या पिशवी मध्यभागी वंध्य (स्ट्राइल) दांडा असतो. कोरड्या हवेत थोड्या थोड्या बीजाणूंचा प्रसार व्हावा म्हणून ही खास व्यवस्था असते.

अवस्थांच्या बदललेल्या महत्वाशिवाय येथे दोन गोष्टी विशेष आहेत.

अ) बीजाणूंच्या संख्येत वाढ (पुनरुत्पादनाच्या अधिक शक्यतेसाठी)

ब) फक्त कोरड्या हवेत बीजाणू उधळले जातात. (पाण्याच्या सान्निध्यात बीजाणू कुजतात. ओल्या जमिनीवर ते रुजतात.)

हरितावर्गीय वनस्पतीत दोन अवस्थांना साधारण समान महत्त्व होते, तरी गंतुकधारी अवस्थेचा वरचष्मा होता. या अवस्थेचे

जास्तीत जास्त प्रकार या वर्गात दिसतात. बीजाणुधारी अवस्थेतही अगदी साध्या ते जटिल रचना दिसतात. असे असले तरी बीजाणुधारी अवस्था दुसऱ्या अवस्थेवर पूर्णपणे अवलंबून होती.

नेचेवर्गीय वनस्पती : उभयचर अवस्था संपून वनस्पती पूर्णपणे जमिनीवर आल्या. बीजाणुधारी अवस्थेत शरीररचनेचे अनेक प्रयोग झाले. मुळे, खोड, पाने, बीजाणुधान्या, बीजाणुंची संख्या, आकार व प्रसार इत्यादीत ते दिसतात. शरीराच्या आंतररचनाही क्लिष्ट होत गेल्या. फलनानंतर अल्प वेळ बीजाणुधारी अवस्था दुसरीवर अवलंबून असते. पण लवकरच ती स्वयंपूर्ण होते. सध्या या वर्गातील प्रजातींची संख्या फार नसली तरी निसर्गाने या वर्गात बीजाणुधारी अवस्थांत सर्वात जास्त प्रयोग केले आहेत. गंतुकधारी पिढीचा मात्र पाण्याशी संबंध तुटला नाही कारण पाण्यातच कशाभिकांच्या साहाय्यानेच पुंयुग्मक



अनेक प्रयोग झाले) महाबीजुकांची संख्या कमी ते मर्यादित - एका बाबतीत एक - इतकी झाली. याचबरोबर अशा दोन प्रकारच्या बीजाणू असलेल्या नेच्यांची गंतुकधारी अवस्था आक्रसली. त्या अवस्थेची वाढ बीजाणूंच्या आत मर्यादित झाली. खोटेच्या बियांचे - छद्मबीजांचे आगमन ही नेचेवर्गातील सर्वात मोठी

स्त्रीयुग्मकार्प्यत पोहोचते.

कोरड्या जमिनीवर स्वतंत्रपणे वाढू शकणाऱ्या पहिल्या वनस्पती याच वर्गातील आहेत. यासाठी अनुकूलनाचे खालील टप्पे यात दिसतात.

१. मुळे, खोड, पाणी वाहून नेण्यासाठी संवहनी ऊती, पानांवर पर्णछिद्रे
२. आधारासाठी खोडात खास ऊती, पानांत शिरा.
३. बाष्पीभवनाने पाणी वाया जाऊ नये म्हणून पानांवर व खोडावर संरक्षक तेलकट पदार्थ.
४. बीजाणूंच्या प्रसारासाठी विविध उपाय. बीजाणूंची संख्या व आकार याबाबतचा एक प्रयोग वनस्पतींच्या पुढील उत्क्रांतीसाठी महत्त्वाचा ठरला. सिलाजिनेला वगैरे सध्या अस्तित्वात असलेल्या सहा प्रजातीत महाबीजुके व लघुबीजुके असा फरक झाला. (कालौघात नष्ट झालेल्या वनस्पतीत असे

घटना म्हणता येईल.

अनावृत्तबीजी वनस्पती

सुमारे २६० दशलक्ष वर्षांपासून असलेल्या या वर्गातील वनस्पतींनी वाढीसंदर्भात उंचीचे, जाडीचे, आयुर्मर्यादेचे असे अनेक उच्चांक गाठले.

या वर्गात गंतुकधारी अवस्थेचा न्हास नेच्यांच्या पुढे चालू राहिला. पराग व बीजांडे आली (याच्या आधीच्या खुणा लघुबीजके व महाबीजकात होत्या) पराग व बीजांडात पुरुष व स्त्रीगंतुकधारी अवस्था बंदिस्त झाली. तिचे पोषण व संरक्षण अर्थातच बीजुकधारी अवस्थेवर आले. वाढीला जागा मर्यादित असल्याने या अवस्थांचा न्हास झाला. स्त्रीधान्या व पुंधान्या नष्ट झाल्या. परागीभवन वाऱ्यामुळे होऊ लागले.

पुनरुत्पादनासाठी वनस्पतींचे पाण्यावर अवलंबून राहणे नेच्यांपर्यंत कायम होते. (पुंबीज कशाभिकांच्या साहाय्याने पोहत



स्त्रीबीजापर्यंत पोचणे). अनावृत्तबीजधारी वनस्पतींच्या पहिल्या सायकससदृश सदस्यात पुंबीजांचा आकार भोवऱ्याप्रमाणे असून त्यांना अनेक कशाभिका असतात. परागण वाऱ्याने होऊन पराग बीजांडावर चिकट पदार्थाच्या थेंबावर चिकटवतात. तेथे ते रुजून परागनलिका तयार होते. तिच्यातून दोन मोठी पुंबीजे स्त्रीबीजापर्यंत येतात. परागनलिकेचे टोक फुटून पुंबीजे पाण्यातून पोहत स्त्रीबीजापर्यंत जातात व फलन होऊन बी तयार होते.

लैंगिक पुनरुत्पादनासाठी पाण्याची आवश्यकता असल्याचे हे अखेरचे उदाहरण. यानंतर पुंबीजांना कशाभिका नसल्याने पोहोण्याची व पाण्याची गरज उरली नाही. सूचिपर्णी वृक्ष व नीटम या वर्गातील दोन गटात ही उत्क्रांती पूर्ण झाली. स्त्रीबीज, भ्रूणकोश व भ्रूणपोष हे बीजांडात बंदिस्त

झाले. परागनलिकांतून पुंबीजांचे वहन होऊ लागले. स्त्रीधान्या नष्ट झाल्या.

आवृत्तबीजी वनस्पती

गंतुकधारी अवस्थेचा सर्वाधिक ऱ्हास या वर्गात झाला. पुरुष गंतुकधारी अवस्था फक्त तीन पेशीपर्यंत मर्यादित झाली. यापैकी प्रत्येक पेशीला ठरीव कार्य आहे. (त्यामुळे या अवस्थेचा याहून जास्त ऱ्हास होणे शक्य नाही.) स्त्री-गंतुकधारी अवस्थेतही ऱ्हास होऊन बहुसंख्य प्रजातीत या अवस्थेतील पेशींची संख्या आठ इतकी कमी झाली. लैंगिक पुनरुत्पादनासाठी पाण्याची प्रत्यक्ष गरज कुठेच उरली नाही. वनस्पती जमिनीवर वाढण्याचा प्रवास ४०० दशलक्ष वर्षांपूर्वी पूर्ण झाला.

शैवाल वगैरे वनस्पतींच्या सध्या असलेल्या प्रजातींची संख्या अशी आहे. शैवाल-२०,१७५ हरितावर्गीय-२३,००० नेचे-११,२४३ अनावृत्तबीजी-६७५ आवृत्तबीजी-२,८५,१००

कवके व नीलहरित शैवाल यांचा यात समावेश नाही कारण या वनस्पती नाहीत.

शैवाल ते आवृत्तबीजी वनस्पती-वर्गाच्या आढाव्यावरून असे स्पष्ट होते की गंतुकधारी (युग्मकोद्भिद / गॅमीटोफाइट) अवस्थेचा ऱ्हास व बीजाणुधारी अवस्थेचा उत्तरोत्तर झालेला उत्कर्ष हे जमिनीवर वनस्पती येण्याचे कारण आहे. सुमारे १,५०० दशलक्ष वर्षांपूर्वी हे घडले.

हे का झाले? याच्या उत्तरादाखल



आवश्यकता आहे.

६. स्वतःची प्रजाती टिकविणे व तिची संख्या वाढविणे - (Survival of species and increase in its population) ही सर्व सजीवांची आदिम प्रेरणा आहे.

७. हे यशस्वीपणे होण्यासाठी बीजाणुधारी अवस्थेचे

खालील शक्यता सांगता येतील.

१. पाणी वनस्पतींना आवश्यक, पाण्यात जगणे-वाढणेही सोपे पण ही वाढ फक्त संख्यात्मक असते, गुणात्मक नसते.

२. गुणात्मक वाढीसाठी अनुकूलन (adaptation), बदल (variation) व उत्परिवर्तन (mutation) यांची आवश्यकता असते.

३. जेव्हा जीवनकलह तीव्र होतो, म्हणजे जगण्याला परिस्थिती प्रतिकूल होते, (उदा. पाणी आटणे, त्याचे गुणधर्म बदलणे इ.) तेव्हाच हे बदल होतात.

४. लैंगिक पुनरुत्पादनाने हे आश्चर्यकारक रीतीने शक्य होते.

५. लैंगिक पुनरुत्पादनासाठी अर्धसूत्री विभाजन - मेयोसिस या पेशीविभाजन पद्धतीची

आगमन व उत्तरोत्तर विकास झाला. वनस्पतींचा पाण्यातून जमिनीवर प्रवास असा झाला. शैवाल, हरित, नेचे व सपुष्प वनस्पती यात क्रमाने द्विगुणित रंगसूत्रे असलेल्या अवस्थेची वाढ (व उत्क्रांती) होत गेली. एकगुणित रंगसूत्रे असलेल्या अवस्थेची अवनती (reduction) होत अखेर ती काही पेशीपर्यंत मर्यादित झाली.



सदर लेखासाठी डॉ. सौ. अनुराधा कुलकर्णी व डॉ. मंदार दातार यांनी संदर्भ उपलब्ध करून दिले आहेत.

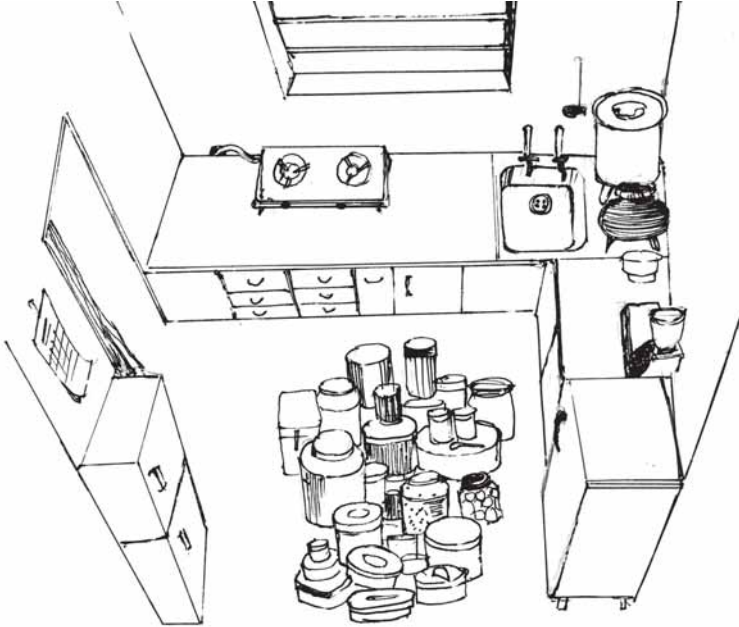
लेखक : अ.चिं. इनामदार, वनस्पतीशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक.

थोडीशी गंमत

घरातील कोणत्या खोलीत आपण जास्तीत जास्त वेळ असतो किंवा कोणत्या खोलीतील आवाजांवर, वासावर आपले सतत लक्ष असते? अर्थात स्वयंपाकघर. आता हे शक्य नाही... पण समजा... (सर्व खाऊचे डबे फस्त आणि बाकीच्या सामानांचे डबे लुप्त व्हायचा धोका पत्करून) कोणीतरी आपल्याला स्वयंपाकघर लावायची परवानगी आणि संधी दिली तर... धमालच मग.

आपण काय करू? दाणे, गूळ, लाडू, चिवडा, फरसाण, चॉकलेट्स इत्यादि. सर्व अशा रॅकमध्ये ठेवू जिथे ते दिसतील

आणि सहजी घेता येतील. हे करताना आपल्या लक्षात येईल - स्वयंपाकघरात किती सामान, वस्तू, उपकरणे असतात ते ! इतक्या तऱ्हेच्या वस्तू - इतक्या विविध उपयोगांच्या - काही रोजच्या वापरातल्या तर काही क्वचित केव्हा तरी लागणाऱ्या. आईच्या मते - काही काही सोडल्या तर सर्वच आवश्यक; आजीच्या मते मिक्सर, फ्रिजचे ठीक आहे, पण मायक्रोवेव्ह, चिमणी हवी कशाला? पण सर्वच वस्तू कोणाला ना कोणाला हव्या हव्याशा. आता या सर्व वस्तूंवर आपली सत्ता.



सर्वात सोपी गोष्ट - आपल्या कपाटाप्रमाणे सर्व वस्तू मध्ये गोळा करून ठेवू. ओटा अगदी स्वच्छ. जी हवी ती वस्तू घ्यायची, उपयोग झाला की ढिगात ठेवून घ्यायची! गॅस सोडून आणि फ्रीज सोडून! आणि सगळे आपल्याला हवे असणारे वरती म्हटलेले डबे सोडून! आणि पाण्याचे पिंप तिथेच हवे तिथेच हवे तिथेच हवे. गॅसच्या जवळ लायटर हवा. पातेली... पातेली घेता

येतील लागतील तशी. दूध.. दुधाचा जरा प्रश्नच आहे. (आमच्याकडे विष्णूची स्वारी आहे पण देवघरात. क्षीरसागर - दुधाचा समुद्र -, दुधाची कळशी - काहीच नाही) त्यापेक्षा असे करूयात, एक... एकच बरं का... पातेले घेऊ, त्यात दूध ठेवून देऊ. (त्या ताईला मधेमधे कडमडायची सवयच आहे. आल्या आल्या म्हणाली, “वा! काय पण बोहारीण बसलेय ढिगासमोर, आणि दुधावर झाकण नाही! झुरळे, पाली, धूळ अगदी त्या ढिगातून बाहेर येणार नाहीत म्हणजे नाहीतच.”) ठीक आहे. ठेवू एक झाकण दूधावर. दूध तापवले की गॅसवरून उतरवायचे नाही. एका बाजूला चहाचे भांडे आणि दुसऱ्या बाजूला दूध. बास. चहाचे भांडे जरा ढिगाच्या कडेला आणूया. शिवाय चहा गाळायला लागेल, त्यासाठी गाळणे,



कपबशा, कपबशा ठेवायला... छे छे छे. असं करूयात ढिगातल्या काही अगदी सारख्या लागणाऱ्या वस्तू काढूयात. जरा त्यांची जागा ठरवूयात. ढीग मात्र तसाच ठेवायचा. (मोडेन पण वाकणार नाही!!)

हे सगळे (अगदी मोजकेच) कसे ठेवायचे, कुठे ठेवायचे? स्वयंपाकघरात ओटा, कपाटे, सिंक, ओट्याखालच्या ट्रॉल्लिज बदलता येत नाहीत. समजा आपल्याला ते हलवता येत असतील तर फ्रीज, ओटा, कपाटे यांची जागा बदलू.

स्वयंपाकघराची उंची ९ फूट आहे. पंखा वरून २ फुटावर आहे. त्याखालची उंची ७ फूट. स्वयंपाकघर १२० चौ.फूट. फ्रीज ७।। चौ.फूट, ओटा ३० चौ.फूट. कपाट १-८ चौ.फूट, कपाट २-९ चौ.फूट, कपाट ३-१० चौ.फूट, जे. टे. १६ चौ.फूट, खुर्च्या

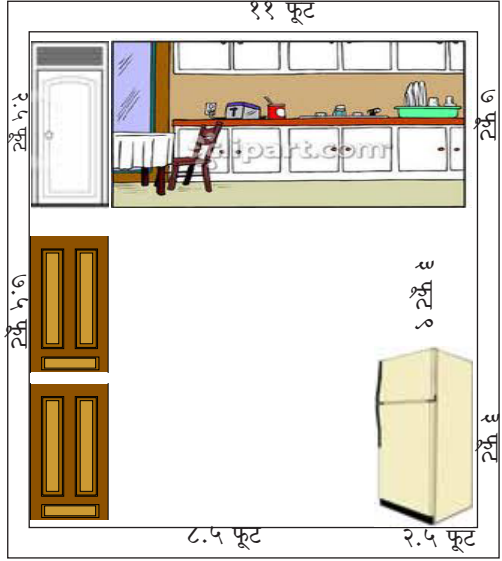
२.२५ चौ. फूट प्रत्येकी अशा ५-
२० चौ.फूट म्हणजे

$७.५ + ३० + ८ + ९ +$
 $१० + १६ + ११.२५ = ९१.७५$
चौ. फूट. बापरे! (भिंती
सरकवायच्या नाहीत! आपण
सिनेमातले हिरो वा व्हिलन नाही
ना?) आपल्याला वावरायला २०
चौ.फूट. ५ जणांना उभ्याने २
चौ.फूट जागा लागते. म्हणजे १०
चौ.फूट. आता वाढायचे कसे?
वाढायचे नाही! एकाने सर्व अन्न
टेबलावर आणून ठेवायचे. मग

बाकीच्यांनी आत यायचे. टेबल फार जागा
खाते. ते फोल्डिंग घेऊ. मग त्याला ड्रॉवर
नाहीत! नसू देत! १६ चौ. फूट तर मिळाले.
आता हे आईसाहेब महाराज आणि आजी
महाराणी ना दाखवायचे. ठीक. त्यांना गणित
कुठले यायला? मग काय कुठे ठेवायचे,
त्याची आकृती काढून दाखवायला पाहिजे.

एका बाजूवर ओटा बसत नाही ठीक
आहे. जमत नाही कारण फ्रीज उघडता येत
नाही आणि फ्रिज फिरवला तर ही दोन कपाटे
बसत नाहीत.

अखेर दोन दिवसांनंतर सतत बाहेर
खायचा कंटाळा आल्यावर चेष्टा सोसून
झाल्यावर मुख्य म्हणजे विचार करकून डोके
भंजाळल्यावर 'हे जिगसाँ पजल
सोडवण्यासाठी माझा जन्म झालेला नाही'



हे पटले. पण मग इतक्या मेहनतीचे काय?
एका डब्यात हवा तो खाऊ घेऊन, तो जवळ
लपवून अभ्यासाला बसावे झाले! पण...
पण या हलवाहलवीत खारुचे डबे कुठे गेले?
ढिगाचे काय झाले? पायात काही घुसले
वाटते. असो... काय ते... मंडईहून आल्यावर
बाबा सांगतातच की, 'जो काम करतो तोच
चुकतो' तर तर बाबा वाक्यं प्रमाणम्.

कुठल्या गोष्टी कुठे लावायच्या हा
पुढचा टप्पा... आणि चंदूने अर्धवट सोडलेला
कपाटे, फडताळे, ओटा, फ्रीज, टेबल, खुर्च्या
यांच्या वर्गाला जागा नेमून देणे हे आता
तुम्हीच करा बुवा. आई आजीची मदत
घ्यायला लागली तर जरूर घ्या आणि
कळवा.



अरेच्या! हे असं आहे तर!

भाग ४

लेखक : शशी बेडेकर

काँफी भरून ठेवायच्या दोन किटल्या आहेत. (आकृती पहा.) त्यातील एक किटली दुसरीपेक्षा उंच आहे. तर माझा प्रश्न असा आहे की कुठल्या किटलीत जास्त काँफी मावेल?

उत्तर देण्याची घाई करू नका, एखादे वेळेस तुमचे उत्तर चुकू शकेल.

पण जर विज्ञानाचा आनंद घ्यायचा असेल, विज्ञान शिकायचं असेल तर, नीट निरीक्षण करता येणं महत्त्वाचं आणि आवश्यकच आहे. योग्य दिशेनं विचार करता येणं महत्त्वाचं आहे.

आणि असं केलंत तर तुम्ही सहज उत्तर देऊ शकाल - की दोन्ही किटल्यांमध्ये समानच काँफी मावेल.



पण जर तुम्ही घाईघाईने, विचार न करता, मोठ्या किटलीचे घनफळ जास्त असल्याने त्यात जास्त काँफी मावेल असं उत्तर दिलंत तर ते चुकेल.

आता हे उत्तर का चुकेल ह्याचं स्पष्टीकरण.

आकृतीतील किटल्यांचे नीट निरीक्षण केलंत तर असं लक्षात येईल की दोन्ही किटल्यांची उंची वेगवेगळी आहे, पण काँफी ओतण्यासाठी असलेल्या त्यांच्या तोट्या सारख्याच उंचीवर, एकाच पातळीत आहेत. त्यामुळे लहान किटलीतसुद्धा मोठ्या किटलीइतकीच काँफी मावेल. द्रवपदार्थाचा एक गुणधर्म तुम्हाला मधीत असेल. वेगवेगळ्या आकाराची भांडी जर एका नळीने

जोडली असतील आणि कुठल्याही एका भांड्यात पाणी ओतलं तर पाण्याची पातळी सर्व भांड्यात सारखीच, समान उंचीपर्यंत असते.

आपण चर्चा करत

असलेल्या किटल्यांबाबतही असंच घडतं. किटली आणि तोटी ही दोन वेगवेगळ्या आकाराची भांडी किटलीच्या तळाशी जोडली गेलेली आहेत. त्यामुळे किटलीत ओतलेली कॉफी, दोन्ही किटल्यांच्या तोटीतदेखील समान उंचीपर्यंत भरली जाते.

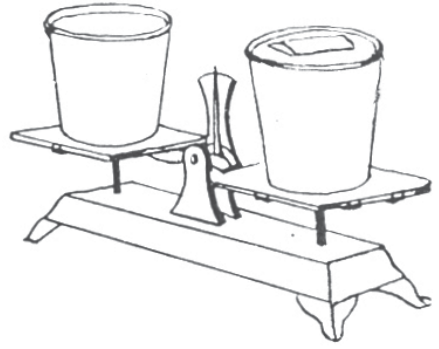
जोपर्यंत किटलीची तोटी किटलीपेक्षा उंच असणार नाही तोपर्यंत तुम्हाला किटली कॉफीने पूर्ण भरता येणं शक्य नाही. (आकृतीतील किटल्या जर तुम्ही काठोकाठ कॉफीने पूर्ण भरण्याचा प्रयत्न केलात तर जास्तीची कॉफी ही तोटीतून बाहेर सांडेल. किती कॉफी सांडेल, तर तोटीच्या पातळीत येईपर्यंत.)

बाजारात मिळणाऱ्या बहुतेक किटल्यांमध्ये त्यांच्या तोट्या या किटलीच्या उंचीपेक्षा जास्त उंच तयार केलेल्या असतात त्यामुळे किटली कॉफीने किंवा चहाने आपल्याला काठोकाठ भरता येते आणि सहज उचलून कॉफी कपात ओतताही येते.

आता दुसरा प्रयोग

नीट लक्ष द्या हं! तराजूच्या एका पारड्यात एक ग्लास काठोकाठ पाणी भरून ठेवला, दुसऱ्या पारड्यात एका ग्लासात लाकडाचा एक तुकडा ठेवून तो ग्लास लाकडाच्या तुकड्यासकट पाण्याने काठोकाठ भरून ठेवला तर कोणत्या बाजूचे पारडे खाली जाईल? म्हणजेच कोणत्या ग्लासचे वजन जास्त असेल?

ग्रेट पेरैलमनने हा प्रश्न बऱ्याच जणांना



विचारला आणि याची पुढील दोन उत्तरं त्याला मिळाली.

उत्तर १ : ज्या ग्लासात लाकूड आहे ते पारडं खाली जाईल कारण या पारड्यात ग्लास, पाणी आणि लाकूड या तिघांचं वजन आहे.

उत्तर २ : फक्त पाणी असलेल्या ग्लासचं पारडं खाली जाईल कारण त्यात फक्त पाणी असले तरी पाणी हे लाकडापेक्षा जड आहे. (त्यामुळेच लाकूड पाण्यावर तरंगते.)

ही दोन्हीही उत्तरं चुकीची असून बरोबर उत्तर आहे - दोन्ही पारडी समान पातळीत रहातील. म्हणजेच दोन्ही पारड्यातील वजन समान आहे. दोन्ही पारड्यातील ग्लासचे वजन सारखे का आहे ते आपण आता पाहू.

द्रवात तरंगणाऱ्या वस्तूचा जेवढा भाग द्रवात बुडालेला असतो, तेवढ्याच द्रवाइतके त्या वस्तूचे वजन भरते. त्यामुळे लाकडाचा तुकडा आपल्या वजनाइतके पाणी बाहेर टाकतो आणि काठापर्यंत भरलेल्या पाण्यात तरंगू लागतो. त्यामुळे दोन्ही ग्लासातील पाणी

समान वजनाचे होते आणि त्यामुळे वजन समान राहून पारडी क्षितिज समांतर राहतात.

आता पुढचा प्रश्न नीट वाचा.

द्रवरूप पदार्थाचा नैसर्गिक आकार कोणता?

द्रवाला स्वतःचा असा कुठलाही ठरलेला आकार नसतो. द्रव ज्या भांड्यात आपण ठेवू त्या भांड्याचा आकार घेते.

हे उत्तर बहुतेकांच्या डोक्यात मनात तयार झालं असेल, कारण रोजच्या व्यवहारात आपण हेच अनुभवत असतो. (शाळेच्या पुस्तकातही हेच दिलेलं आहे) तरी मला हे सांगायचं आहे की तुम्ही दिलेलं उत्तर चुकीचं आहे.

तुम्ही विचारलेला प्रश्न पुन्हा वाचा लगेच घाईनं उत्तर देऊ नका. जगातला कोणताच विषय शिकण्यासाठी, समजून घेण्यासाठी सोपा नसतो. विज्ञानही त्याला अपवाद नाही.

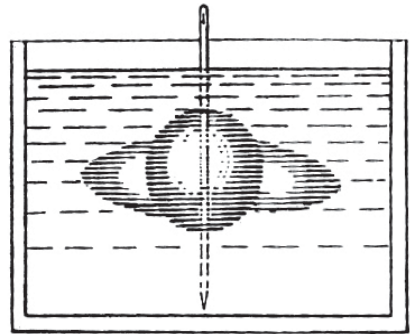
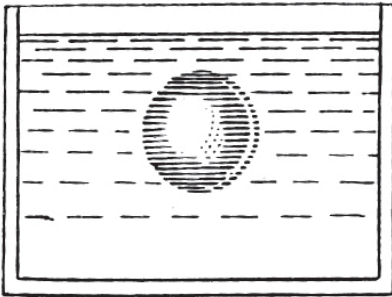
मी प्रश्न विचारला होता, द्रवाचा 'नैसर्गिक' आकार कोणता? तर कोणत्याही द्रवाचा नैसर्गिक आकार हा गोलाकार

(sphere) आहे.

द्रवाच्या रेणूंमध्ये जरी परस्पर आकर्षण असलं तरी गुरुत्वबलापेक्षा ते कमी असतं. त्यामुळे द्रवाला प्रत्येक वेळी गोलाकार घेता येत नाही. त्यामुळे द्रवपदार्थ सांडला तर तो पृष्ठभागावर एका पातळ थरात पसरतो. पण जर द्रवपदार्थ दुसऱ्या एखाद्या द्रवात, ज्याचे विशिष्ट गुरुत्व जवळपास सारखे आहे, त्या द्रवात ओतला (कोंडला) तर तो गोलाकार धारण करतो. याचे स्पष्टीकरण म्हणजे आर्किमिडिजचे तत्त्व - एखादा द्रव पदार्थ द्रवात बुडवला तर त्याचे वजन शून्य होते. त्यामुळे त्यावर गुरुत्वबल कार्य करू शकत नाही आणि त्या द्रवाला त्याचा नैसर्गिक आकार-गोलाकार प्राप्त होतो.

एक छोटासा प्रयोग करून पहा म्हणजे तुम्हाला कळू शकेल. हा प्रयोग प्रथम बेल्जिअम मधील शास्त्रज्ञ प्लुटो याने केला.

ऑलिव्ह ऑईल पाण्यावर तरंगते पण अल्कोहोलमध्ये बुडते. त्यामुळे पाणी आणि अल्कोहोलच्या मिश्रणात ऑलिव्ह ऑईल बुडणार नाही की वर तरंगणारही नाही.



पाणी आणि अल्कोहोलचे मिश्रण घ्या. त्यात ड्रॉपरच्या साहाय्याने ऑलिव्ह ऑईलचे काही थेंब टाका. ते थेंब एकत्र येऊन एक मोठा गोल मिश्रणात तयार झालेला तुम्हाला दिसेल. (आकृती पहा.)

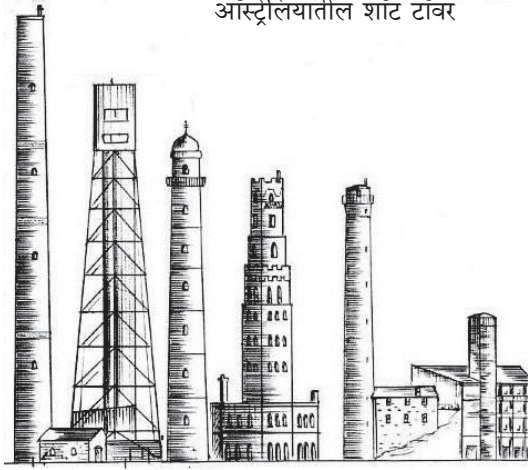
एक छोटी सूचना - हा प्रयोग अतिशय

काळजीपूर्वक केला तर तेलाचा मोठा गोल तयार होईल, नाहीतर अनेक लहान लहान गोल तयार होतील. काही झालं तरी द्रवाचा नैसर्गिक आकार गोल आहे हे तर तुमच्या लक्षात येईलच.

वैज्ञानिक, शास्त्रज्ञ कोणत्या गोष्टीचा, गुणधर्माचा कसा उपयोग करून घेतील हे काही सांगता येत नाही. द्रव्याच्या गोलाकाराचा उपयोग शास्त्रज्ञांनी शिसे (लेड Pb) या धातूचे लहान गोल बनवण्यासाठी केला आहे.

साधारण ४५ मीटर उंच टॉवरच्या वरच्या बाजूने वितळलेले शिसे थेंबांच्या

ऑस्ट्रेलियातील शॉट टॉवर



रूपात खाली टाकले जाते. टॉवरच्या तळाला थंड पाण्याची टाकी असते. वितळलेल्या शिशाचे थेंब पाण्यात पडतात तेव्हा, ते गोलाकार रूपात, तळाशी जमा होतात. या टॉवरला 'शॉट टॉवर' असे नाव आहे.

वरून खाली पडणारी वस्तू वजनरहित होते त्यामुळे उंचावरून पडणाऱ्या शिशाच्या थेंबांवर गुरुत्वाकर्षण कार्य करत नाही. वातावरणाचा प्रतिरोध अत्यल्प असतो त्यामुळे द्रवरूप शिसे द्रवाचा 'नैसर्गिक' आकार म्हणजे गोलरूप धारण करते. आपल्या नेहमीच्या परिचयाच्या पावसाच्या पाण्याचे थेंब सुद्धा गोलाकारच असतात!



या. इ. पेरिलमन यांच्या 'फिजिक्स कॅन बी फन' या पुस्तकातून साभार.

अनुवाद : शशी बेडेकर, निवृत्त मुख्याध्यापक.

माती आणि चिनी माती

भाग १

लेखक
राम थत्ते

माठ, मडकी, परळ, डेरे, रांजण ही मातीची भांडी आणि कपबशा, बरण्या किंवा फुलदाण्यांसारखी चिनी मातीची भांडी आपण पूर्वापार वापरत आलो. ती कशी बनवतात याबद्दल जरा जाणून घेऊया, माती आणि चिनी माती या लेखमालेतून.

ग्रीक भाषेत 'कॅरॅमिक' म्हणजे कुंभाराची कला त्यावरून सिरॅमिक हा शब्द आला आहे. सध्याच्या काळात कुठलीही वस्तू भाजताना त्यामध्ये जर मातीचा उपयोग असेल तर त्याला 'सिरॅमिक' म्हणतात.

कुंभाराची कला ही फार जुनी अशी परंपरा आहे. ग्रीस, इजिप्त, मेसोपोटेमिया व भारतातील सिंधू संस्कृतीत टेराकोटा तसेच

रंगीत टेराकोटाची भांडी बनवत असत.

ग्रीसमधील भांड्यांचे विविध प्रकार पाहून आश्चर्य वाटते. इजिप्तमध्ये पिरॅमिडमध्ये सापडलेली भांडी खूपच सुरेख आहेत. तिथल्या राजवाड्याच्या प्रवेशद्वाराच्या भिंतींवर रंगीत टेराकोटाच्या टाईल्सने सुशोभीकरण केलेले आहे. सिंधू संस्कृतीमध्ये सापडलेल्या मोहेंजोदारो व हरप्पा येथील उत्खननांमध्ये टेराकोटाची त्यावर काळ्या रंगाने नक्षी काढलेली विविध प्रकारची भांडी सापडलेली आहेत. मोठमोठे रांजण व विटा खूप मोठ्या प्रमाणात सापडलेल्या आहेत. शहरात सामूहिक धान्य मळण्याचे विटांचे ओटे आहेत. दुमजली पक्क्या विटांनी बांधलेली साठवणगृहे आहेत. शिवाय टेराकोटाच्या मूर्तीपण आहेत.

गुजरातमध्ये श्यामळाजी येथे देवनी



मोरी म्हणून मेश्रो नदीकाठी १२०' × १२०' असे विहार व ८५' × ८४' × ५४' फूट उंचीचा एक स्तूप सापडला आहे. तो पूर्ण विटांमध्ये बांधलेला आहे. चौथऱ्याच्या चारही बाजूंनी सुरेख नक्षीकाम केलेले कोपरे आहेत. चौथऱ्याच्या वर प्रदक्षिणा पथावर स्तूपाच्या चारी बाजूंनी २ × १॥



विष्णुपूरमंदिरातील नक्षीकाम

फुटांच्या बुद्धमूर्ती व त्यांच्या भोवताली नक्षीदार कमानी आहेत. मी स्वतः तेथे उत्खननाच्या कामावरती असल्यामुळे मला ते सर्व पाहता आले. 'टेराकोटा' मध्ये केलेला हा स्तूप खरोखरच अप्रतिम आहे.

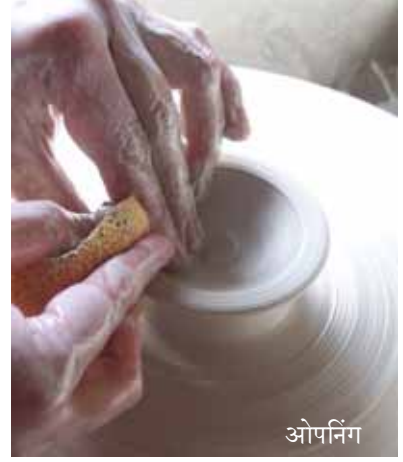
बंगालमधील विष्णुपूर व शांतीनिकेतन जवळ असलेली संपूर्ण 'टेराकोटा'मध्ये नक्षीकाम केलेली देवळे बघितली की आपण खरोखर अचंबित होतो.

साध्या मातीमध्ये मुख्यतः Al_2SiO_2 असले तरी मातीत कॅल्शियम, लोह वगैरे घटकपण असतात. साध्या मातीत कॅल्शियमपेक्षा जास्त प्रमाणात लोह (Fe_7) असते. साध्या मातीत केलेली भांडी ७५० सें.ग्रेड तापमानापर्यंत तापवली की त्या Fe_7 चे रूपांतर फेरस ऑक्साइडमध्ये होते. त्याच्या रंगामुळे भांडी लाल दिसतात.

टेराकोटाकरिता जी साधी माती असते तिचे परीक्षण करणे हे अत्यंत गरजेचे असते.

कारण त्या मातीमध्ये जी मूलभूत द्रव्ये असतात त्यामध्ये कॅल्शियम असून चालत नाही कारण तापमान देत असताना तो बाहेर पडतो व बनवलेली वीट अथवा मडकी तडकतात. बाकी कुठलीही द्रव्ये भाजताना त्रास देत नाहीत.

माती चिक्कण बनवताना त्यात पाणी मिसळावे लागते व मग माती चांगली मळावी लागते. मोठ्या प्रमाणावर काम करताना विटा, मंगलोरी कौलांचे उत्पादन यासाठी 'पगमिल' (Pug mill) नावाचे यंत्र असते, त्यामध्ये चक्राकार आकारात लोखंडाची पाती असतात. ती पाती माती कापतात व मातीचा लगदा पुढे सरकवतात. पगमिल मधून निघालेला मातीचा लगदा कुंभार फिरत्या चाकावर आदळतो. (Throwing) नंतर त्या फिरत्या चाकावरील लगदा मधोमध स्थिर करतो (सेंटरिंग). नंतर त्या लगद्याला उंची देतो.



एक हात बाहेरच्या बाजूने व दुसऱ्या हाताच्या मुठीने कुंभार मातीमध्ये खड्डा करतो (ओपनिंग) आता सेंटर केलेल्या व ओपन केलेल्या मातीच्या मध्ये आपल्या एका हाताची चारी बोटे व बाहेर दुसरा हात लावून मातीला आकार देऊन भांडे, बरणी, फ्लॉवरपॉट वगैरे बनवतो. तयार केलेले भांडे खालच्या तळाच्या बाजूने तारेने कापून भांडे वाळत ठेवण्याकरता सावलीत ठेवले जाते. या तारेला दोन्ही बाजूला लाकडी पट्ट्या असतात.

मातीचे परीक्षण करताना मातीत पाणी घालावे लागते. साधी माती चांगली मळण्यासाठी २५% ते ३०% पाणी लागले तरच ती माती चांगली समजावी. शेतातील काळी माती चिक्कण बनविण्यासाठी

४५% पाणी लागते त्यामुळे त्या मातीत केलेले काम वाळवताना जास्ती आकुंचन होऊन ते काम तुटून जाते. माती मळून काम करण्यासाठी तिचा गोळा करताना त्या त्या माणसाच्या काम करण्याच्या पद्धतीप्रमाणे २५% ते ३०% पाणी घालावे लागते (formability)

टेरोकोटाचे बनवलेले भांडे वाळत असताना साधारणपणे (५ ते ७ टक्के) आकुंचन पावते व भाजल्यानंतर १०% पर्यंत





आकुंचन पावते. तेव्हा कुठलेही भांडे करीत असताना ते १०% आकुंचन पावल्यानंतर कसे दिसेल हे विचारात घेऊन काम करावे लागते.

मातीचा सामू (pH) पण उदासीन (neutral) असावा लागतो. बरीचशी भांडी तयार झाल्यानंतर ती भट्टीत भाजतात. कुंभार माठ भाजण्यासाठी स्वतःच भट्टी तयार करतो. पक्क्या विटांनी तळ करून घेतो. विटा ठेवताना प्रत्येक ओळीत ९ इंच फट ठेवतो. त्या योगे विटांवर पसरलेल्या कोळशाच्या थरांनी पेट घेतल्यानंतर त्या इंधनाला जळण्यासाठी हवा मिळते. ४-५ इंच कोळशाचा थर पसरल्यावर त्यावर कच्च्या विटा ठेवून त्यावर मडकी एकमेकांना खेदून दोन थर झाल्यावर त्यावर पुन्हा कच्च्या विटा ठेवून त्यावर पुन्हा ३-४ इंचांचा थर

देतो व त्यावर पुन्हा मडक्याचे दोन थर देतो भट्टी सर्व बाजूंनी शेणामातीने लिंपून टाकतो. अग्नी प्रज्वलित झाल्यानंतर वरील भाग हवेसाठी मोकळा ठेवतो. भट्टी पूर्ण पेटून थंड होईपर्यंत २४ तास लागतात.

साध्या मातीत केलेली भांडी लाल होऊन निघतात. तीच भांडी जर काळी हवी असतील तर भट्टी जोमात पेटल्यानंतर भट्टीच्या वर उघडा ठेवलेला भाग शेणामातीच्या गाऱ्याने बंद करून लिंपून टाकतात. त्यामुळे भट्टीतील ज्वलन क्रियेला ऑक्सिजन पुरेसा न मिळाल्यामुळे ती क्रिया गुदमरते. या ज्वलनक्रियेमध्ये कार्बन मोनॉक्साइड मधून मोकळे झालेले कार्बन व ऑक्सिजन तयार होतात. मातीमधून ऑक्सिजन काढून घेतला जातो. याला रिडक्शन फायरिंग असे म्हणतात. तयार झालेल्या कार्बनमुळे भांडी काळी दिसतात.

तयार झालेले भांडे पुन्हा चाकावर मधोमध ठेवून, हाताखाली एक लाकडाची घोडी घेऊन, चाक फिरते करून, त्यावर हातातील ब्रशाने रंगीत रेखा मारून नक्षीकाम केले जाते.

पुढील अंकात विटा व मंगलोरी कौले यासंबंधी जाणून घेऊ.



लेखक : राम थत्ते, शिल्पकार; पाँटरी क्षेत्रात डिझायनर म्हणून २० वर्षे काम. दहा वर्षे मंगलोरी कौलांचा कारखाना चालवलेला आहे.
फोन : ९४२२२५३७४५

मातीची भांडी करून वापरण्याची पद्धत जुनी म्हणजे किती जुनी आहे?

शेती करायला लागण्याआधीच मानवी समाज मातीची भांडी करू लागला होता. हे इतिहासतज्ज्ञांना माहित होतं. ही कला काही विशिष्ट समाजातच प्रचलित झाली होती. मात्र या भांड्यांचा उपयोग नक्की कशासाठी होत असे, ते काही पक्कं समजलेलं नव्हतं. 'नेचर' या विज्ञान-नियतकालिकाच्या ११ एप्रिल २०१३ च्या अंकात एक अभ्यास प्रसिद्ध झालाय; त्यानुसार मातीची भांडी वापरल्याचा सर्वांत पुरातन पुरावा उपलब्ध झाला आहे.

जपानमधील तेरा ठिकाणी सापडलेल्या १०१ नमुन्यांचा अभ्यास करताना, त्या भांड्यांमध्ये



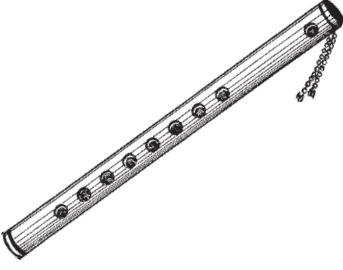
करपलेल्या अवशेषांमध्ये काही 'लिपिड' आढळून आली. मासे किंवा तत्सम जलचरांपासून जी मेदाम्ले (fatty acids) मिळतात, त्यापैकी अल्काइल फेनाइल मेदाम्ले ही फक्त २७० अंश सेल्सियस इतक्या उच्च तापमानालाच तयार होतात. तेसुद्धा बराच वेळ हे तापमान कायम राहिले, (जसे ते पदार्थ भाजताना-शिजवताना असते) तरच तयार होतात. एरवी ती निसर्गतः

तयार होत नाहीत. ही मेदाम्ले सापडल्यामुळे त्या काळात - १२ ते १५ हजार वर्षांपूर्वी मानव मातीच्या भांड्यात भाजून मासे वगैरे खात असला पाहिजे असा पुरावा मिळाला आहे.

संशोधकांनी आण्विक समस्थानिकांचे विश्लेषण करून (molecular and stable isotope analysis) हा निष्कर्ष काढला आहे. १०१ पैकी एका नमुन्यामध्ये जलचर प्राण्याऐवजी भूचर प्राण्यांमध्ये सापडणाऱ्या मेदाम्लाचा अंश आढळला.



(आधार : द हिंदू, ११ एप्रिल २०१३)



धवनी

(भाग ५)

लेखक : अतुल फडके

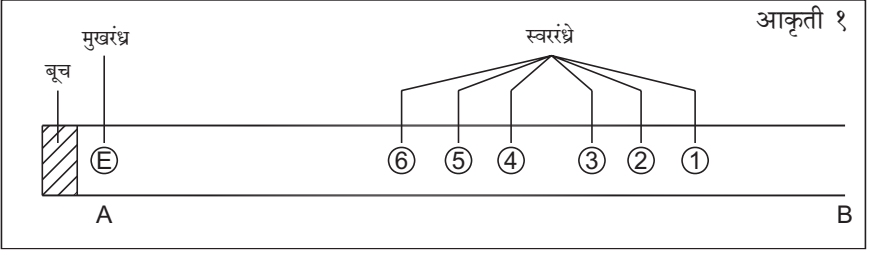
एखादा बासरी वादक बासरी वाजविताना तुम्ही पाहिला असेल. ओठासमोर आडव्या धरलेल्या बासरीच्या, ओठासमोर असलेल्या छिद्रात - ज्याला मुखरंध्र म्हणतात - तो हळूवारपणे फुंक मारत असतो. दोन्ही हातांची बोटे बासरीला असलेल्या इतर छिद्रांवर - ज्यांना स्वररंध्रे म्हणतात - किंवा त्यांच्यापासून थोडी वर असतात. फुंक मारत असताना बोटांच्या लयबद्ध हालचालीने वादक स्वररंध्रांची उघडझाप करतो आणि बासरीतून एखादी सुरेल तान ऐकू येते. हे कसे घडते? मुखरंध्रात फुंक मारल्याने काय होते. स्वररंध्रांची उघडझाप केल्याने निरनिराळे स्वर कसे निर्माण होतात? या प्रश्नांची उत्तरे आता आपण शोधणार आहोत.

भारतीय संगीतात वापरली जाणारी बासरी ओठासमोर आडवी धरून वाजविली जाते. त्यामुळे या बासरीला आडवी बासरी (Transverse flute) असे म्हणतात. ही बासरी विशिष्ट जातीच्या बांबूपासून बनविली जाते. आसामच्या जंगलात मिळणाऱ्या या बांबूचे वैशिष्ट्य असे की या बांबूच्या भिंतीची जाडी (Wall thick-

ness) कमी (१ ते २ मिलिमीटर) असून दोन पेरातील अंतरही पुरेसे (५०० मिलिमीटर किंवा अधिक) असते.

बासरीला अनेक छिद्रे असतात. ज्या छिद्रात ओठातून फुंक मारली जाते त्या छिद्राला मुखरंध्र (Blow hole) म्हणतात तर उरलेल्या छिद्रांना स्वररंध्रे (Tone holes) म्हणतात. मुखरंध्राच्या बाजूला बूच (Stopper) लावून बासरी एका बाजूने बंद केलेली असते. आकृती १ मध्ये या सर्व बाबी स्पष्ट केल्या आहेत.

बासरी ही एक पोकळ नळी असल्याने या नळीत बासरीच्या आकाराचा, म्हणजेच दंडगोलाकृती आकाराचा हवेचा एक स्तंभ (Air column) तयार होतो. हवेचा हा स्तंभ ओठाच्या बाजूला मुखरंध्राद्वारे बाहेरील हवेच्या संपर्कात असतो तर दुसऱ्या बाजूला उघड्या असलेल्या स्वररंध्राद्वारे किंवा सर्व स्वररंध्रे बंद असल्यास नळीच्या मुखरंध्राच्या विरुद्ध बाजूकडील उघड्या तोंडाद्वारे बाहेरील हवेच्या संपर्कात असतो. मुखरंध्रात विशिष्ट पद्धतीने फुंक मारल्यावर बासरीच्या आतील बंदिस्त हवेच्या स्तंभात कंपने निर्माण होतात.



या कंपनांची कंपनसंख्या प्रामुख्याने दोन गोष्टींवर अवलंबून असते - एक म्हणजे ध्वनीचा हवेतील वेग आणि दुसरी म्हणजे हवेच्या स्तंभाची लांबी. ध्वनीचा हवेतील वेग 'v' हा सुमारे ३४६ मी. प्रती सेकंद इतका असतो. स्तंभाची लांबी जर 'L' असेल तर या स्तंभातून निर्माण होणाऱ्या ध्वनीची कंपनसंख्या 'n' ही सूत्राचा वापर करून काढता येते, ते सूत्र असे,

$$n = v / 2L$$

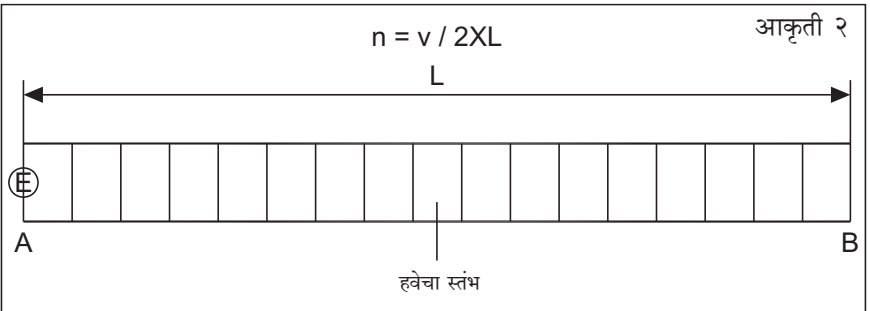
उदाहरणार्थ ३४.६ सें.मी. लांबीच्या हवेच्या स्तंभातून निर्माण होणाऱ्या ध्वनीची कंपनसंख्या $34600/2 \times 34.6$ म्हणजेच ५०० Hz इतकी असेल.

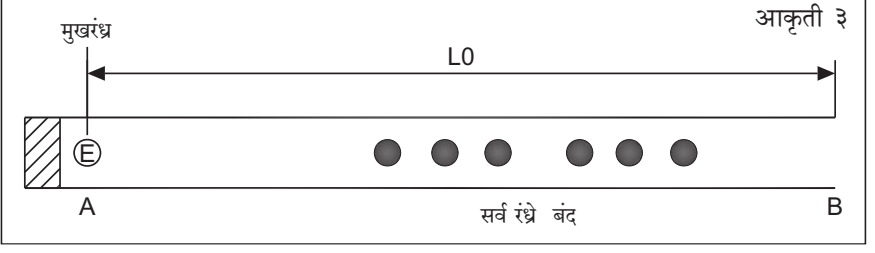
आकृती २ मध्ये हे दाखविले आहे.

सूत्राच्या निरीक्षणावरून तुमच्या लक्षात येईल की ध्वनीची कंपनसंख्या हवेच्या स्तंभाच्या लांबीच्या व्यस्त प्रमाणात बदलते. स्तंभाची लांबी वाढली की कंपनसंख्या कमी होते किंवा स्वराची तीव्रता कमी होते. या उलट स्तंभाची लांबी कमी झाली की कंपनसंख्या वाढते किंवा स्वराची तीव्रता वाढते.

हवेच्या स्तंभाच्या या गुणधर्माचा वापर बासरीत कसा केला जातो ते आता पाहू.

बासरीत एक मुखरंध्र आणि सहा किंवा जास्त स्वरंध्रे असतात. जेव्हा सर्व स्वरंध्रे बोटाने झाकलेली असतात तेव्हा बासरीतील हवेच्या स्तंभाची लांबी जास्तीत जास्त असते. आकृती ३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे





ही लांबी L_0 आहे असे मानू या स्थितीत निर्माण होणाऱ्या स्वराची कंपनसंख्या - L_0 ही जास्तीत जास्त लांबी असल्यामुळे - सर्वात कमी असते. हाच त्या बासरीचा सर्वात खालचा स्वर असतो.

स्वरछिद्र १ उघडल्यावर, आकृती ४ मध्ये दाखविल्या प्रमाणे, बासरीतील हवेच्या स्तंभाची लांबी कमी होऊन L_1 एवढी होते. L_1 ही लांबी L_0 पेक्षा कमी असल्यामुळे या लांबीसाठी येणारा स्वर L_0 लांबीसाठी येणाऱ्या स्वरापेक्षा चढा येतो.

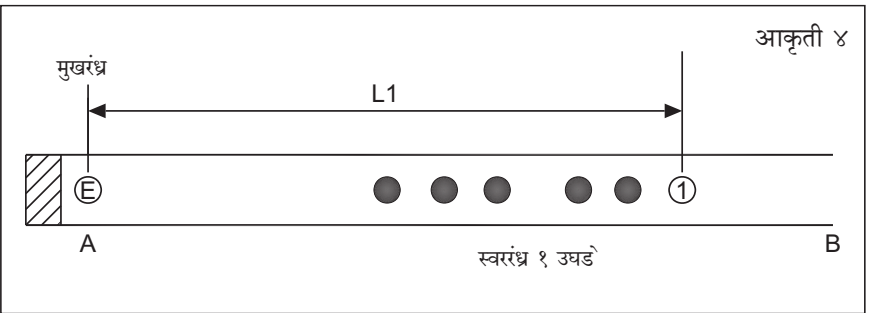
आपण क्रमाक्रमाने १ ते ६ स्वररंध्रे उघडत गेलो तर हवेच्या स्तंभाची लांबी कशी बदलत जाते ते आकृती ५ मध्ये दाखविले आहे. बासरीतील हवेच्या स्तंभाची लांबी

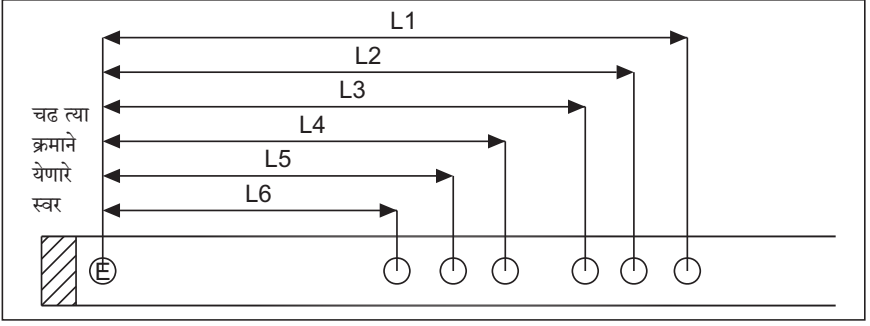
आणि स्वररंध्राची स्थिती यांचा संबंध खालील तक्त्यात दाखविला आहे.

स्तंभाची लांबी स्वररंध्राची स्थिती

L_0	सर्व स्वररंध्रे बंद
L_1	स्वररंध्र १ उघडे
L_2	स्वररंध्र २ उघडे
L_3	स्वररंध्र ३ उघडे
L_4	स्वररंध्र ४ उघडे
L_5	स्वररंध्र ५ उघडे
L_6	स्वररंध्र ६ उघडे

बासरी वाजविताना वादक मुखरंध्रात हवेची फुंक मारतो आणि हवेच्या स्तंभात कंपने निर्माण करतो. त्याच वेळेस बोटांच्या साहाय्याने स्वररंध्रांची उघडझाप करून बासरीच्या आतील हवेच्या स्तंभाची लांबी





कमी-जास्त करून निरनिराळ्या कंपनसंख्येचे निरनिराळे स्वर बासरीतून निर्माण करतो.

वरील विवेचनावरून तुमच्या लक्षात आले असेल की सर्व स्वररंध्रे बंद असलेल्या स्थितीपासून क्रमाक्रमाने (१ ते ६) एकेक स्वररंध्र आपण उघडत गेल्यावर बासरीतून क्रमाक्रमाने वरचे स्वर ऐकू येतात. स्वर वेगळ्या क्रमाने वाजवायचे झाल्यास त्या क्रमाने स्वररंध्रे उघडावी लागतात.

ढोबळमानाने बासरीचे हे तत्त्व आता तुमच्या लक्षात आले असेल.

प्रत्यक्षात बासरी तयार करावयाची झाल्यास वर दिलेले कंपनसंख्येचे सूत्र ($n = v/2L$) जसेच्या तसे वापरता येत नाही. त्यात अनेक दुरुस्त्या कराव्या लागतात. आपल्याला हवी तशी बासरी तयार करण्यासाठी ज्या गोष्टी विचारात घ्याव्या लागतात त्या अशा,

१. बासरीचा मूळ (सर्व स्वररंध्रे बंद असताना) स्वर.
२. बासरीच्या नळीचा आतला व्यास.
३. बासरीच्या नळीची जाडी.

४. मुखरंध्राचा व्यास.
५. प्रत्येक स्वररंध्राचा व्यास.
६. प्रत्येक स्वररंध्रावर हवा असलेला स्वर

वरील बाबी ठरल्यानंतर कंपनसंख्येच्या सूत्रात योग्य तो बदल करून बासरीची लांबी आणि स्वररंध्रांची मुखरंध्रापासूनची अंतरे काढता येतात. हे सर्व गणित काहीसे क्लिष्ट असले तरी समजण्यासारखे आहे मात्र या लेखाचा उद्देश तो नसल्याने त्याची चर्चा आपण या लेखात करू शकणार नाही.

या पुढील लेखात आपण सप्तक रचना म्हणजेच सप्तक कसे तयार झाले, सप्तकातील सात शुद्ध स्वरांचा परस्परांशी काय संबंध आहे, वाद्यरचनेत त्याचा कसा वापर केला जातो या मुद्द्यांचा विचार करणार आहोत.



लेखक : अतुल फडके, भौतिकशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक. संगीतातील आणि बासरीतील विज्ञान या विषयी संशोधन करत आहेत.

E-mail : atulbphadke@gmail.com

कृत्रिम पाऊस



लेखक : विजय जाधव

पंचमहाभूतामध्ये पाण्याला महत्त्वाचे स्थान दिलेले आहे. कारण पाणी म्हणजे जीवन. पृथ्वीवरील सजीव सृष्टीची निर्मिती पाण्यातूनच झालेली आहे. भूपृष्ठावरील प्राणी, झाडे, वनस्पती तसेच जलचर, जलवनस्पती यांचे जीवन पाण्यावरच अवलंबून आहे. पाण्याचे प्रमुख उगमस्थान म्हणजे पाऊस. आकाशात ढग दिसत नसले तरी पाण्याच्या वाफेचे सूक्ष्म कण हवेत तरंगत असतात. हे वाफेचे कण हवेच्या स्थितीनुरूप छोट्या ढगांमध्ये रूपांतरित होतात. पुढे हेच छोटे छोटे ढग एकत्र येऊन मोठा ढग निर्माण होतो. त्यात वाफेचे प्रमाण भरपूर असते. ही सगळी प्रक्रिया खूप उंचावर घडते. तिथे वातावरण अतिशय थंड असल्याने बाष्पीभवनापेक्षा सांद्रीभवनाचे प्रमाण जास्त असते. पाण्याच्या वाफेचे द्रवरूप जलबिंदूमध्ये रूपांतर होणे म्हणजे सांद्रीभवन. ही बाष्पीभवनाच्या विरुद्ध क्रिया असते. जलचक्रामध्ये सांद्रीभवनाची अतिशय महत्त्वाची भूमिका आहे. कारण सांद्रीभवनामुळेच ढग तयार होतात.

सांद्रीभवनामुळे तयार झालेल्या ढगातील आर्द्रतेचे प्रमाण १००% झाल्यावर

एक अवस्था अशी येते की ढगातून पाणी बाहेर पडू लागते - तोच आपला पाऊस. पृथ्वीच्या निरनिराळ्या भागांवर पडणारा पाऊस सारख्याच प्रमाणात, पुरेसा आणि वेळेवर पडतोच असे नाही. शिवाय भारत हा एक शेतीप्रधान देश आहे. भारताचे सारे जीवन लहरी वरुणावर अवलंबून असते. यामुळे अनेकदा दुष्काळाला तोंड द्यावे लागते. ही कठीण समस्या सोडविण्यासाठी कृत्रिम पावसाचा उपयोग करून घेता येण्यासारखा आहे. त्याचप्रमाणे ओसाड प्रदेशात वृष्टी करण्यासाठी तसेच कमी प्रमाणात पाऊस पडणाऱ्या प्रदेशात पावसाचे प्रमाण वाढविण्यासाठी कृत्रिम पाऊस उपयुक्त ठरेल.

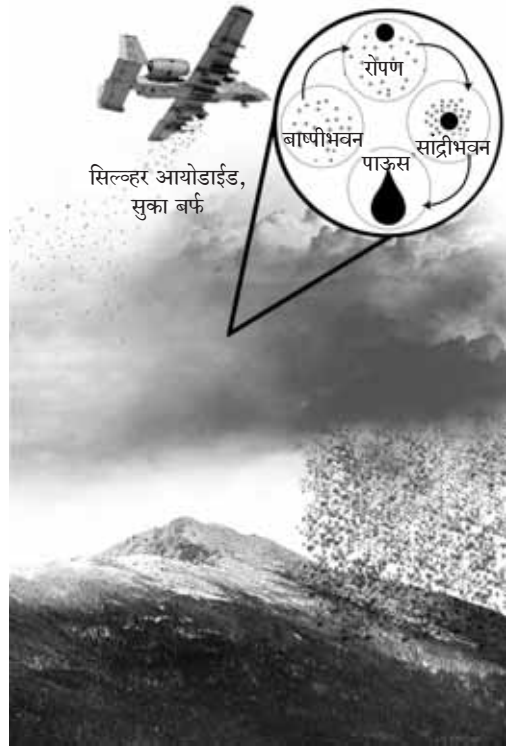
अतिप्राचीन काळापासून मानवाने हवामानामध्ये फेरफार करण्याचा प्रयत्न केलेला आहे. अगदी सुरुवातीच्या काळामध्ये पाऊस पाडण्यासाठी यज्ञ करून, धूप, रबर अशा प्रकारच्या ज्वलनशील पदार्थांचे ज्वलन करून ढगांची निर्मिती होण्यासाठी तसेच चर्चमधील मोठ्या घंटा वाजवून पाऊस पाडण्याचे प्रयोग केले जात होते. विज्ञानयुगातील मानवाने याबाबतीत तुलनेने बरेच यश मिळविलेले आहे.

कृत्रिम पाऊस

१००% पेक्षा जास्त आर्द्रता असलेल्या ढगांमध्ये बाष्पशोषक कणांचा फवारा केला तर या कणांवर वाफेचे सांद्रीभवन होते. याच गुणधर्माचा उपयोग करून कृत्रिम पाऊस पाडतात. वातावरणातील बाष्पाचे पाण्यात किंवा गोठलेल्या स्थितीतील पाण्यामध्ये रूपांतर करण्याच्या पद्धतीला हवामानशास्त्राच्या पारिभाषिक शास्त्रामध्ये वर्षण / अवक्षेपण / (precipitation) असे म्हणतात. अवक्षेपण घडवून आणण्यासाठी पुढील गोष्टी विचारात घ्याव्या लागतात. अतिशीत (supercooled) ढगांमध्ये पाण्याचे थेंब तयार करण्यासाठी हिमकण / स्फटिक (ice crystals) असावायस हवेत किंवा ढगांतील सूक्ष्मकणांचे थेंबात रूपांतर होण्यासाठी तुलनेने मोठ्या आकाराचे पाण्याचे थेंब असणे आवश्यक आहे. काही कणांचे अवक्षेपण हे हिमकण किंवा पाण्याच्या थेंबांच्या अभावी अपुरे होते किंवा होत नाही. ही कमतरता ढगांचे कृत्रिमरित्या रोपण करून भरून काढता येते. यासाठी सुका बर्फ किंवा सिल्व्हर आयोडाइडचा ढगांवर फवारा मारून हिमकण तयार करता येतात किंवा हे हिमकण तयार होण्यासाठी पाणी किंवा बाष्पशोषक कणांचा ढगांवर फवारा मारतात. ढगांमध्ये

सामान्यतः पाण्याच्या विलयबिंदूखालील तापमानाच्या द्रवस्थितीतील पाणी असते याला अतिशीत पाणी (supercooled किंवा undercooled water) असे म्हणतात.

-५°C ते -१०°C या तापमानाचे अतिशीत जलकण सर्वसाधारणपणे ढगामध्ये आढळतात. काही वेळेस -४०°C इतक्या तापमानालासुद्धा ते असू शकतात. हवेचा दमटपणा जसजसा वाढत जातो तसतशी सापेक्ष आर्द्रता हळूहळू वाढत जाते. शेवटी हे प्रमाण १०० (±१) टक्के इतके होते. अशा स्थितीमध्ये आणि -१०°C ते -२०°C





रोपणकारकाच्या फवारणी-
साठी विमानांमध्ये विशिष्ट
रचना केलेली असते.

तापमानात हिमकण तयार होऊ लागतात. अशा प्रकारे या तापमानाच्या दरम्यान एकाच वेळी जलकण आणि हिमकण अस्तित्वात येतात. या स्थितीतील अतिसंपृक्त वातावरणामध्ये हिमकणांच्या सान्निध्यात सापेक्ष आर्द्रता ११० ते १२१.५ टक्के इतकी वाढते. वाफेचे सांद्रीभवन होत असताना ही वाढ अत्यंत वेगाने होत असते. या वाफेचे सांद्रीभवन झाल्यानंतर सभोवतालच्या वाफेची संपृक्तता कमी होते. काही वेळानंतर ही वाफ पूर्णपणे संपृक्त राहत नाही. अशावेळी जलकणांचे वाफेत रूपांतर होऊ लागते आणि वाफेचे हिमकणांवर सांद्रीभवन होऊ लागते. ही क्रिया ढगांमध्ये पाणी असेपर्यंत चालू राहते. त्यातील काही हिमकण पुरेसे मोठे झाल्यानंतर ढगांमधून सुटू लागतात. किंवा वितळलेल्या स्थितीमध्ये पाण्याचे थेंब खाली पडू लागतात. या पद्धतीला हिमकण प्रक्रिया (ice crystals process) असे म्हणतात.

ज्या ढगांमध्ये हिमकणांचा अभाव आहे, अशा ढगांमध्ये ते कृत्रिमरीत्या तयार केले जातात. यालाच रोपण असे म्हणतात. ढगांचे रोपण करताना रोपणकारक ढगांमध्ये फवारले जातात. उदा. सिल्व्हर आयोडाइड, लेड ऑक्साईड, क्युप्रिक सल्फाईड, सिल्व्हर सल्फाईड. यामुळे हिमकेंद्रक तयार होत असताना यांच्यापासून हिमस्फटिक किंवा हिमकण तयार होतात. याचप्रमाणे सुका बर्फ, मिठाची भुकटीसुद्धा रोपणकारक म्हणून वापरतात. सिल्व्हर आयोडाईडच्या स्फटिकाची अणुरचना ही हिमकणासारखीच असल्यामुळे त्याचा रोपणासाठी प्रामुख्याने उपयोग केला जातो. निरनिराळ्या पद्धतीने ढगांचे रोपण करतात. विमाने वापरून रोपण करताना बर्फाच्या छोट्या गोळ्या ढगांवर सोडतात. याला हिमरोपण असे म्हणतात. या बर्फाच्या गोळ्या हवेतून खाली जात असताना सभोवतालची हवा क्षणोक्षणी थंड



होते, यामुळे आणखी काही हिमकण तयार होऊन सूक्ष्म जलकण एकत्र जमा होण्यात साहाय्यभूत होतात. सिल्व्हर आयोडाईडचे रोपण करताना विमानामध्ये जनरेटर बसविलेला असतो. हा जनरेटर सिल्व्हर आयोडाईडची वाफ करून ढगांमध्ये पसरवितो. बाष्पशोषकाचे कण हिमकेंद्रक तयार करतात. त्यापासून हिमकण तयार होतात. काही ठिकाणी जमिनीवरून सिल्व्हर आयोडाईडचे बाष्प वातावरणामध्ये सोडले जाते. हे बाष्प वाऱ्याच्या प्रवाहाबरोबर ढगांपर्यंत पोहचविले जाते. अमेरिकेमध्ये ही पद्धत व्यावसायिक Rain Makers नी मोठ्या प्रमाणामध्ये राबविलेली आहे. तिथे भूजनित्र (ground generator) वापरून पावसाचे प्रमाण १० ते २५% वाढविण्यात यश मिळालेले आहे. हायड्रोजन बलून, रॉकेटस यांचा वापर करून ढगातील रोपणाचे प्रयोग करण्यात आलेले आहेत. हायड्रोजन वायूने भरलेल्या फुग्याबरोबर बंदुकीची दारू

आणि रोपणकारकाने भरलेली खोकी वातावरणामध्ये सोडली जातात. ठरावीक अंतरावर त्याचे बाष्प ढगांमध्ये पसरवले जाते. ऑस्ट्रेलियामध्ये केलेल्या प्रयोगात विमानामधून ढगांवर पाणी फवारण्यात आले. विमानातून रोपण करताना ढगांची उंची किती हे पाहावे लागते. ढगांचे अवक्षेपण हे ठरावीक मध्यंतरानंतर होत असल्याचे दिसून आले आहे. आणखी एका प्रयोगामध्ये मिठाची भुकटी ढगांवर फवारण्यात आली. हे मिठाचे कण बाष्पशोषक कण निर्माण करून ढगांतील जलकण एकत्र होण्यास साहाय्यभूत होतात असे दिसून आले. १९५२ मध्ये कोलकता येथे बॅनर्जी यांनी आपल्या प्रयोगांमध्ये हायड्रोजन वायूच्या साहाय्याने थंड पाणी ढगांवर फवारून पाऊस पाडण्याचे प्रयोग केले होते. १९६९ मध्ये आसाममधील दोन संशोधकांनी केलेल्या प्रयोगामध्ये ८ किलोमीटर लांबीच्या चिंचोळ्या पट्टीवर डांबराचा थर देऊन निर्माण होणाऱ्या उष्णतेने



कृत्रिम पावसाच्या प्रयोगांमध्ये जहाजामधून ढगामध्ये रोपणकारक फवारता यावेत याकरिता सध्या प्रयोग सुरू आहेत.

अनुकूल परिस्थितीमध्ये वाऱ्याच्या वहनाने ढगांची निर्मिती आणि अवक्षेपण यामध्ये वाढ करता येते, असे शोधून काढले आहे.

कृत्रिम पाऊस पाडताना अनेक अडचणी निर्माण होतात. ढगांचे अवक्षेपण करताना वापरलेला रोपण पदार्थ हा कितपत फवारायचा याचा विचार करावा लागतो. एखाद्या वेळेस जास्त रोपण झाल्यास जवळजवळ सर्वच अतिशीत जलकण एकाच वेळी गोठतात आणि केलेले प्रयोग निष्फळ होतात. तसेच ढगांतील अतिशीत जलकणांचे हिमकणांमध्ये रूपांतर होताना मोठ्या प्रमाणावर सुप्त उष्णता (latent heat) बाहेर पडते. यामुळे ढगातील एका भागातील जलकणांचे वाफेत रूपांतर होते व प्रयोग यशस्वी होत नाही. त्यामुळे योग्य उंचीवरच्या, १००% आर्द्रता असलेल्या ढगांमध्ये योग्य प्रमाणात रोपण करणे हे कृत्रिम पावसासाठी

अत्यावश्यक आहे.

अलीकडील प्रयोगांवरून असे दिसून आलेले आहे की, ढगांत रोपण केल्यानंतर पावसाचे प्रमाण २० टक्क्यांनी वाढविता येईल, तरीही कृत्रिम पाऊस पाडण्याचे प्रयोग अजूनही प्रायोगिक अवस्थेमध्ये आहेत. हे प्रयोग खर्चिक असल्याने कितपत परवडतील याचासुद्धा विचार करावा लागेल. शिवाय या प्रयोगामधून पाऊस पाडण्यास कितपत यश मिळेल हेसुद्धा अनिश्चित असते. तरीही कृत्रिम पावसाचे प्रयोग करावे लागतात. कारण आपल्याकडे सध्या अवर्षणामुळे दुष्काळाची स्थिती आहे. खर्च कमी करण्यासाठी उपाययोजना करताना विमानाएवजी बलून किंवा उपग्रहाचा वापर करता येईल का हे पाहण्यासाठी सध्या प्रयोग सुरू आहेत.



लेखक : विजय जाधव, C.W.P.R.S. येथे कार्यरत, विज्ञानविषयक लिखाणाची आवड.
फोन. : ८६०५१४४५००

रशियावर अशनी

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

अलिकडेच रशियामधील एका शहराजवळ अशनीपातामुळे मोठीच खळबळ उडाल्याच्या बातम्या आपण वर्तमानपत्रात वाचल्या. योगायोगाने त्याच सुमाराला एक धूमकेतूही पृथ्वीजवळून जात असल्यामुळे काही लोकांना या दोन गोष्टींचा एकमेकांशी संबंध आहे की काय, अशीही शंका आली, पण संशोधकांच्या मते या दोन्ही घटना एकावेळी होणे हा केवळ योगायोग आहे.

पृथ्वीवर अशनी पडणे ही काही नवी घटना नाही. आपल्याला कधीकधी आकाशात तारा पडताना दिसतो, तो अशनीपातच असतो. बहुतेक वेळा अशनी पृथ्वीच्या वातावरणातून पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोचेपर्यंत जळून जातात. पण मोठे अशनी पृथ्वीवर आदळण्याच्या घटनाही अनेकदा घडल्या आहेत. लोणारचे तळे हे अशनीपातामुळे खड्डा पडून तयार झालेले आहे, असे संशोधकांचे मत आहे. आधुनिक इतिहासात नोंदलेली यापूर्वीची अशीच घटना म्हणजे १९०८ साली तुंगुस्का जंगलात झालेला अशनीपात. ही जागाही रशियातच आहे, हाही एक योगायोगच.

१५ फेब्रुवारी २०१३ रोजी झालेला

अशनीपात ही माहितीयुगातली या प्रकारची पहिलीच घटना आहे, असे म्हणायला हरकत नाही. अशनीपात झाल्याबरोबर फेसबुक, ट्विटर इ. सोशल नेटवर्किंग वेबसाईट्सच्या माध्यमातून ही बातमी जगभरात पसरली. थोड्याच काळात या घटनेची लोकांनी केलेली व्हिडिओ चित्रणेही यू ट्यूब व इतर माध्यमांतून इंटरनेटद्वारे सर्व जगाला पाहण्यासाठी उपलब्ध झाली. वैज्ञानिकांना या घटनेचा अभ्यास करण्यासाठी अशनीच्या सापडलेल्या तुकड्यांबरोबरच सर्वसामान्य लोकांकडून उपलब्ध झालेल्या या घटनेच्या वर्णनांचा आणि चित्रीकरणांचाही उपयोग होतो आहे. या अभ्यासातून या अशनीपातामागील कारणांचे धागेदोरे हाती येऊ लागले आहेत. तसेच अशनी नेमका कोणत्या मार्गाने आला, वेगळ्या मार्गाने आला असता, किंवा वेगळ्या पद्धतीने फुटला असता तर काय झाले असते, अशा अनेक प्रश्नांची उकल होऊ लागली आहे. भविष्यात अशा घटनेची संभाव्यता पुरेशा आधी कळावी, महाकाय अशनीपातामुळे काय नुकसान होऊ शकते याचा अंदाज घेता यावा, यासाठी या अभ्यासाचा उपयोग होणार आहे.



१५ फेब्रुवारी २०१३
रोजी रशियामध्ये
झालेला अशनीपात.

११,००० मेट्रिक टन वजनाच्या या रशियन अशनीचा व्यास साधारण ६० फूट होता, आणि तासाला ४२,००० मैल या वेगाने तो वातावरणातून पृथ्वीच्या पृष्ठभागाकडे येत होता. त्याच्या मार्गाचा क्षितिजाशी २० अंशाचा कोन होता. जमिनीपासून साधारण पंधरा मैल उंचीवर तो फुटला, आणि त्याच्या ठिकच्या इतस्ततः विखुरल्या. या स्फोटामध्ये हिरोशिमातील अणुबॉम्बच्या स्फोटापेक्षा ३० पट अधिक ऊर्जा बाहेर फेकली गेली. पण या अशनीपातात एकही मृत्यू झाला नाही. अशनीच्या स्फोटामुळे हवेत निर्माण झालेल्या दाबलहरी ८८ सेकंदांनंतर चेल्याबिन्स्क या रशियन शहराजवळ आदळल्या. यामुळे इमारतींच्या काचा फुटून झालेल्या वेगवेगळ्या अपघातांमुळे १५०० लोक जखमी झाले. प्रत्यक्ष अशनीचा प्रसाद एकाही व्यक्तीला मिळाला नाही. या अशनीपाताची तुलना साहजिकच १९०८ साली तुंगुस्काच्या

जंगलात झालेल्या अशनीपाताशी केली जाते आहे. तुंगुस्काचा परिसर जंगलमय आणि निर्जन असल्यामुळे तिथे झालेल्या अशनीपातामुळेही जीवितहानी झाली नाही, पण प्रत्यक्षदर्शी वर्णनेही फारशी उपलब्ध नाहीत. संशोधकांच्या अंदाजानुसार तुंगुस्काचा अशनी अधिक मोठ्या आकाराचा होता, आणि तो पृष्ठभागाच्या पाच मैलच उंचीवर फुटल्यामुळे त्यावेळी जास्त नुकसान झाले - एखाद्या मोठ्या महानगराइतक्या परिसरातील जंगल अक्षरशः जमीनदोस्त झाले होते.

तुंगुस्काच्या अशनीपाताबद्दल केवळ अंदाज बांधता येतो, पण आत्ताच्या अशनीपाताबद्दल मात्र नेमकी माहिती उपलब्ध आहे. याचे कारण म्हणजे आता जगात वेगवेगळ्या ठिकाणी दाबलहरी मोजणारे ४५ सेन्सर बसवलेले आहेत. आण्विक स्फोटांच्या चाचण्या न करण्याच्या जागतिक करारानंतर या कराराचे उल्लंघन

झाल्यास ते पकडता यावे यासाठी हे सेन्सर बसवलेले आहेत. यापैकी २० सेन्सरनी अशनीपातातून निर्माण झालेल्या दाबलहरींची अचूक नोंद घेतली. प्रत्यक्ष अशनीपाताच्या जागेपासून १०,००० मैल अंतरावर अंटार्क्टिकामध्ये बसवलेल्या एका सेन्सरमध्येही या अशनीच्या धक्क्याची नोंद झाली आहे. स्फोटामुळे हवेत निर्माण झालेल्या दाबलहरी अतिशय कमी वारंवारतेच्या होत्या. अशा लहरी लवकर विरत नाहीत. त्यामुळे या दाबलहरींनी पृथ्वीच्या वातावरणात अनेक प्रदक्षिणा घातल्या. त्यामुळे काही सेन्सरनी दाबलहरींची अनेकदा नोंद घेतली. या माहितीच्या आधाराने या अशनीचा वेग आणि स्फोटाची ऊर्जा इ. चे गणित करणे शक्य झाले.

कोणताही अशनी पृथ्वीजवळ आला (किंवा पृथ्वी अशनीजवळ आली) की गुरुत्वाकर्षणामुळे तो पृथ्वीच्या केंद्राकडे खेचला जातो. पण जेव्हा तो पृथ्वीच्या

वातावरणात प्रवेश करतो, तेव्हा वातावरणाच्या घर्षणामुळे त्याचे गुरुत्वाकर्षीय त्वरण कमी होऊ लागते. अशनीच्या पृथ्वीच्या केंद्रापासून जवळच्या आणि लांबच्या भागांवर वेगवेगळ्या मापाची बले कार्यरत होत असल्यामुळे त्यात अंतर्गत ताण निर्माण होतात, आणि त्यामुळे त्याचा स्फोट होतो. अशनीच्या स्फोटाची ऊर्जा ही मुख्यतः अशनीची गतिज ऊर्जाच असते. गतिज ऊर्जेचे सूत्र आहे -

$$\text{गतिज ऊर्जा} = \frac{1}{2} \text{वस्तुमान} \times (\text{वेग})^2$$

अशनीचा वेग आणि स्फोटाची ऊर्जा माहीत झाल्यावर संशोधकांना हे सूत्र वापरून अशनीचे वस्तुमान काढता आले. अशनीचे विखुरलेले काही तुकडेही सापडले आहेत, आणि त्यांचा अभ्यास वेगवेगळ्या प्रयोगशाळांमध्ये चालू आहे. प्राथमिक अभ्यासातून दिसून आले आहे, की हा अशनी एक सर्वसामान्य दगडी अशनी होता. क्वचित



१९०८ साली
रशियातील तुंगुस्का
येथे झालेला
अशनीपात

कधी लोह आणि निकेलपासून बनलेले धात्विक अशनी आढळून येतात, तसे काही वैशिष्ट्यपूर्ण या अशनीत दिसत नाही.

गुगल अर्थसारख्या प्रकल्पांमधून कोणत्याही क्षणीचे पृथ्वीच्या कोणत्याही भागावरचे उपग्रहांनी केलेले चित्रण सहज उपलब्ध होते. प्रत्यक्ष घटनेच्या वेळी लोकांनी आपल्या मोबाईल फोनमधील कॅमेऱ्यांच्या मदतीने केलेली व्हिडिओ चित्रणे, तसेच सार्वजनिक ठिकाणी सुरक्षेसाठी बसवलेल्या कॅमेऱ्यांनी नोंदलेली चित्रणेही उपलब्ध आहेत. या सर्वांमुळे अशनीच्या मार्गाबद्दल बहुमूल्य व अचूक माहिती उपलब्ध झाली आहे. या साऱ्या माहितीच्या मदतीने या अशनीच्या जीवनक्रमाचा अंदाज बांधणे शक्य झाले आहे.

आपल्या सूर्यमालेत मंगळ आणि गुरू या दोन ग्रहांच्या मध्ये एक अशनी पट्टा आहे, हे आपल्याला माहित आहे. हा अशनीही या पट्ट्यातलाच एक सर्वसामान्य अशनी होता. या पट्ट्यातील अशनींचा एखादी पृथ्वीशी काही संबंध येत नाही, पण कधीकधी गुरू किंवा इतर ग्रहांच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे एखाद्या अशनीचा मार्ग बदलतो. असेच काहीसे या अशनीबाबत झाले असावे. मार्ग

बदलल्यामुळे हा अशनी सूर्याभोवती दर १८ महिन्यांनी पूर्ण होणारी प्रदक्षिणा घालू लागला. या प्रदक्षिणेत त्याचे सूर्यापासूनचे जास्तीत जास्त अंतर सूर्य आणि पृथ्वी यांमधील अंतराच्या अडीचपट होते, तर सूर्याच्या सगळ्यात जवळ असताना तो शुक्राच्या कक्षेजवळ येत असे. या विचित्र प्रदक्षिणामार्गावर फिरत असतानाच १५ फेब्रुवारी २०१३ रोजी तो पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या प्रभावाखाली आला, आणि त्याचा शेवट झाला.

संशोधकांच्या मते चेल्याबिन्स्क शहरातील नागरिक सुदैवीच म्हटले पाहिजेत. हा अशनी जर सर्वसाधारण अशनीसारखा दगडी नसता, धात्विक असता, तर वातावरणाच्या घर्षणानेही पृष्ठभागावर पडण्यापूर्वी तो फुटला नसता. इतक्या प्रचंड आकाराचा अशनी जर जसाच्या तसा प्रचंड वेगाने पृथ्वीवर आदळला असता, तर हे शहरच नाही, तर आजुबाजूचाही कितीतरी परिसर बेचिराख झाला असता. काही संशोधकांच्या मते, अशनीचा स्फोटही जरी पृष्ठभागाच्या आणखी जवळ झाला असता, तरी अशनीवर्षावाच्या माऱ्यामुळे अनेक लोकांना प्राण गमवावे लागले असते.



संदर्भ : द हिंदू वर्तमानपत्रात २७ मार्च २०१३ रोजी प्रसिद्ध झालेला हेन्री फाउंटन यांचा लेख.

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे, समुचित एनव्हायरोटेक संस्थेच्या संचालक.

फोन : ९८२२५५८७४३

गणित उद्यानात फेरफटका

भाग - २

लेखक : नागेश मोने

मागच्या भागात आपण त्रिकोणी संख्या म्हणजे काय हे पाहिले होते. ज्यांची मांडणी केली असता . . .  अशी त्रिकोणी होते, त्यांच्याबद्दल आणखी थोडे -

- सर - या, जानकी आणि गंधार, या.
- जानकी - सर, मागच्या वेळी आपण 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, ... अशी त्रिकोणी संख्यांची मालिका पाहिली. आणि तुम्ही म्हणालात की या मालिकेत 3 ही एकमेव मूळ संख्या आहे म्हणून!
- सर - हो, का? काही शंका आहे?
- जानकी - नाही सर, शंका अशी नाही. पण असं वाटतं या मालिकेत कशावरून पुढं एखादी संख्या मूळसंख्या म्हणून येणार नाही?
- सर - बरोबर, जानकी शंका बरोबर आहे.
- गंधार - आणि सर, माझ्याही मनात आले त्या गाऊसच्या गुणधर्माबाबत.
- सर - वा! गंधार, म्हणजे शंकांची साथ पसरली म्हणा की! बरं तो गाऊसचा गुणधर्म तर सांग पुन्हा एकदा.
- गंधार - कोणतीही नैसर्गिक संख्या जास्तीत जास्त तीन त्रिकोणी संख्यांच्या बेरजेने दाखविता येते. आणि तुम्ही $6 = 3 + 3$ असं उदाहरण सांगितलं. इथं कुठं तीन त्रिकोणी संख्या आहेत?
- जानकी - गंधार, जास्तीत जास्त तीन म्हटलंय. कमीत कमी 1, 2 असू शकतात.
- सर - वा! जानकी, बरोबर सांगितलंस. आणि संख्या समान असल्या तरी चालतील. भिन्न संख्या हव्या अशी अट नाहीये. जानकी, गंधारचा प्रश्न सोडवलास पण तुझा प्रश्न?

- गंधार - अंग, जानकी मालिकेतील 3 सोडून सर्वांना भाग जातोय की, मग त्या मूळ संख्या असतील?
- सर - गंधार, असं चिडून का बोलतो आहेस? तिचं म्हणणं मालिकेत पुढे असेल की एखादी अशी संख्या! बरं असं पहा या मालिकेत 1, 3, 6 सोडले तर पुढे दोन अंकी संख्या दिसताहेत. पुढे पुढे तर तीन अंकी, मग चार अंकी अशा त्या होत जातात. मी कोष्टक देणारच आहे तुम्हाला. आपण दोन अंकी, तीन अंकी संख्यांचं अंकसार किंवा अंकमूळ काढूया.

पहिल्या 60 त्रिकोणी संख्यांचे कोष्टक

1	3	6	10	15	21	28	36	45	55
66	78	91	105	120	136	153	171	190	210
231	253	276	300	325	351	378	406	435	465
496	528	561	595	630	666	703	741	780	820
861	903	946	990	1035	1081	1128	1176	1225	1275
1326	1378	1431	1495	1540	1596	1653	1711	1770	1803

- गंधार - म्हणजे काय सर?
- सर - आता 10 ही दोन अंकी संख्या आहे. दहातील 1 आणि 0 यांची बेरीज 1, 15 मधील 1 आणि 5 यांची बेरीज 6, याला म्हणायचे अंकमूळ. 990 ही तीन अंकी मोठ्यात मोठी त्रिकोणी संख्या आहे. तर $9 + 9 + 0 = 18$
 $+ 0 = 1 + 8 + 0 = 9$ तेव्हा 990 चे अंकसार आले 9, याप्रमाणे.
- जानकी - पण का काढायचे अंकसार सर?
- सर - सांगतो ना. इथं 1, 3, 6, 1, 6, 3, 1, 9, 9 असं पहिल्या दहा संख्यांचं अंकसार मांडलंय. मालिकेतील पुढील संख्यांचे अंकसारही असेच येत जाते. आता 3, 6, 9 ला 3 ने भाग जातोच. म्हणजे त्या संख्या 3 ने विभाज्य आहेतच. मग मूळसंख्या कशा मिळणार? यातील फक्त 3 ला 3 आणि 1 ने भाग जातोय.
- जानकी - असे असते सर? मजा आहे.

- सर - हो, तर जानकी. आता 1 ते 9 पर्यंत सर्व अंक एकेकदाच वापरून तयार होणारी संख्या मूळ संख्या असेल का ?
- जानकी - नसणार सर. कारण त्यांचं अंकसार येतं 9 आणि 9 ला 3 आणि 9 ने भाग जातो. म्हणजे 1 ते 9 पर्यंतचे अंक एकेकदा वापरून मूळसंख्या नाही मिळणार.
- सर - बरोबर, जानकी.
- गंधार - सर, 0 वापरले तरीही तसंच होणार कारण 0 ने एकूण बेरीज 45 म्हणजे अंकसार 9 मध्ये काहीच फरक नाही पडणार.
- सर - वा! गंधार. आज आपल्या गणित उद्यानात मस्त फुलं फुलली आहेत नं ?
- गंधार - सर, 1, 3, 6, 10, 15.... या आपल्या मालिकेत 36 हीच एकमेव वर्गसंख्या आहे. पुढं असं काही नाहीये का ?
- सर - गंधार तुझं निरीक्षण बरोबर आहे पण निष्कर्ष नाही. 1 ही सुद्धा वर्गसंख्याच आहे की!
- गंधार - अरे, हो लक्षातच नाही आलं माझ्या. मी पुढे पुढे म्हणतोय सर.
- सर - हो. तेच तर लक्षात घेऊया. पहिल्या क्रमाने 20 संख्यांची बेरीज आहे, $(20 \times 21) \div 2 = 210$ आणि 210 काही वर्गसंख्या नाहीये, असं करीत करीत आपण पहिल्या 49 संख्यांची बेरीज करूया. ती येते $(49 \times 50) \div 2 = 1225$. आणि 1225 ही वर्गसंख्या आहे. 35 चा वर्ग येतो 1225.
- जानकी - सर, पण असंच करीत बसायचं का ?
- सर - नाही जानकी. त्यासाठी सूत्र तयार करतात. जसं इथं $n(n+1) \div 2 = s^2$ असं n आणि s मधलं सूत्र तयार झालं. अशी दोन अक्षरातील एकच समीकरणं सोडविण्याचं एक तंत्र असतं. 'डायोफंटॉईन समीकरणं' म्हणतात त्यांना. थोडे मोठे झालात की समजेल तुम्हाला.
- गंधार - सर 1225 नंतर कोणती संख्या आहे ?
- सर - मला ठाऊक आहे म्हणूनच सांगू शकतो. ती आहे 41, 616. आता ही वर्गसंख्या कोणत्या संख्येचा वर्ग आहे पहा. करा अंदाज.
- गंधार - सर, 200 चा वर्ग येतो 40,000 म्हणजे संख्या 200 पेक्षा मोठी असणार.

- सर - बरोबर गंधार. अंदाजाकडून चला अचूकतेकडे.
- गंधार - सर 41, 616 मध्ये शेवट 6 आहेत म्हणजे वर्गमूळात शेवट 4 किंवा 6 येणार.
- सर - वा! आगे बढो गंधार. मजा आहे.
- जानकी - सर 210 चा वर्ग 44100, म्हणजे संख्या 210 पेक्षा कमी असणार म्हणजे 204 किंवा 206.
- सर - बरोबर जानकी.
- जानकी - संख्या असणार 204.
- सर - छान! पण एक ने सुरू झालेल्या किती संख्या क्रमाने घेऊन आपल्याला ही त्रिकोणी संख्या मिळेल? म्हणजे कोणत्या 2 क्रमाने येणाऱ्या संख्यांच्या गुणाकाराची निमपट 41, 616 येईल?
- गंधार - सर, आकडेमोड करावी लागेल त्यासाठी.
- सर - हो तर गंधार, करा बघू.
- जानकी - सर 288 उत्तर येतंय.
- सर - वा! जानकी म्हणजे $(288 \times 289) \div 2 = 41\ 616$ येणार. हो ना?
- जानकी - हो. सर. सर जसं वर्गसंख्या सापडतात तशा घनसंख्याही सापडतात का?
- सर - जानकी, चांगला विचार करतेस तू. पहिली 1 ही संख्या वगळता, या मालिकेत एकही घनसंख्या सापडत नाही. तसं सिद्धही झालंय.
- गंधार - खूप लोकांनी विचार केलाय का हो सर या सगळ्याचा?
- सर - हो तर गंधार. विषय निघालाय म्हणून सांगतो. घनसंख्यांचा व त्रिकोणीसंख्यांचा संबंध मात्र मजेशीर आहे

$$1^3 = 1 = 1^2$$

$$1^3 + 2^3 = 1 + 8 = 9 = 3^2$$

$$1^3 + 2^3 + 3^3 = 1 + 8 + 27 = 36 = 6^2$$

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 = 1 + 8 + 27 + 64 = 100 = 10^2$$

उजव्या बाजूला मिळालेल्या वर्गसंख्या या अनुक्रमे 1, 3, 6, 10 या त्रिकोणीसंख्यांचे वर्ग आहेत.

- जानकी - सर, म्हणजे $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + N^3 = (N \text{ क्रमांकाची त्रिकोणी संख्या})^2$ असं म्हणूया का?
- सर - वा! जानकी. छानच.
- गंधार - पण, सर 1 सोडून कोणतीही घनसंख्या या मालिकेत नाही हे मात्र मजेशीर आहे नाही!
- सर - हो तर गंधार. तुम्हाला आणखी एक महत्त्वाचा गुणधर्म सांगतो. पण त्या आधी एक महत्त्वाचा गुणधर्मही किंवा मुद्दा म्हणा हवे तर तुम्हांला सांगतो. 6 ला 6 सोडून 1, 2, 3 ने भाग जातो आणि 1, 2, 3 ची बेरीज होते 6. 28 ला 28 सोडून 1, 2, 4, 7, 14 यांनी भाग जातो आणि त्यांची बेरीज होते 28.
- विशेष म्हणजे 6, 28 या त्रिकोणी संख्या आहेत. या प्रकारच्या संख्यांना परिपूर्ण संख्या असं म्हणतात म्हणजेच इंग्लिशमध्ये Perfect number. आजपर्यंत ठाऊक असणाऱ्या या सर्व परिपूर्ण संख्या त्रिकोणीसंख्या आहेत.
- गंधार - पण, सर 10 ला 10 सोडून 1, 2, 5 ने भाग जातो. आणि $1 + 2 + 5 = 8$ होतात. असं कसं?
- जानकी - अरे गंधार, सर्व त्रिकोणी संख्या परिपूर्ण संख्या नाहीयेत. मात्र सर्व परिपूर्ण संख्या त्रिकोणीसंख्या आहेत.
- सर - बरोबर जानकी. विलक्षण आहे हे सारे ! विशेष म्हणजे आजपर्यंतच्या सर्व परिपूर्ण संख्या या समसंख्या आहेत!
- गंधार - सर, वर्गसंख्यांच्या शेवटी 2, 3, 7, 8 यापैकी कोणताही अंक नसतो ना? तसंच त्रिकोणी संख्यांच्या शेवटी 2, 4, 7, 9 दिसत नाहीयेत. तुम्ही दिलेल्या कोष्टकावरून लक्षात येतंय.
- जानकी - सर, क्रमाने येणाऱ्या त्रिकोणीसंख्या, म्हणजे जवळ जवळच्या घेतल्या तर वर्गसंख्या मिळते असं आपण मागच्या वेळी पाहिलं होतं. पण क्रमाने असणाऱ्या त्रिकोणी संख्यांच्या वर्गांची बेरीजही त्रिकोणी संख्या होतील.
- सर - वा! जानकी, तू गणितज्ञ होणार बरं का. उदाहरणाने सांग पाहू.
- जानकी - $1^2 + 3^2 = 10$, $3^2 + 6^2 = 9 + 36 = 45$, $6^2 + 10^2 = 36 + 100 = 136$ इथं उत्तरं या त्रिकोणी संख्या आहेत.

- सर - बरोबर. अगदी बरोबर. आपण सामान्यतः वर्गसंख्या, घनसंख्या, समसंख्या, विषमसंख्या, त्रिकोणीसंख्या असं वेगवेगळं शिकतो. पण त्यांच्यातही अंतर्गत असा संबंध असतो.
- गंधार - सर, मागच्या वेळी तुम्ही पायथागोरसची त्रिकूटे आणि त्रिकोणीसंख्यांचा संबंध आहे असं म्हणाला होता.
- सर - हो. सांगतो ना तुम्हाला. (5, 12, 13), (7, 24, 25), (9, 40, 41), (11, 60, 61), अशी त्रिकूटे तुम्हाला ठाऊक आहेत. पहिली संख्या विषम संख्या आहे. आणि दुसरी संख्या अनुक्रमे 12, 24, 40, 60, अशा आहेत. निरीक्षण करा पाहू.
- गंधार - सर, गुणाकाराच्या रूपात लिहू या!
- सर - लिहा की.
- गंधार - $3 \times 4, 6 \times 4, 10 \times 4, 15 \times 4, \dots$ अशी येताहेत.
- सर - वा! गंधार. म्हणजे 3, 6, 10, 15 या त्रिकोणी संख्यांच्या मालिकेतील संख्या आल्या की!
- जानकी - हो सर. पुढची संख्या 21 आहे म्हणजे $21 \times 4 = 84$ अशी संख्या येणार त्रिकूटात.
- सर - सांग बरं ते त्रिकूट जानकी.
- जानकी - 13, 84, 85 सर.
- सर - बरोबर.
- गंधार - सर त्याच्यापुढचं मी सांगू का? $28 \times 4 = 112$ येतील म्हणजे 15, 112, 113 होतील, हो नं?
- सर - प्रश्नच नाही, छान!
- जानकी - पण सर तिन्ही संख्या त्रिकोणी, असं शक्य आहे का?
- सर - जानकी. प्रश्न चांगला आहे. पण उत्तर कठीण आहे त्याचं. म्हणजे तशा संख्या आहेत खऱ्या पण मोठ्या आहेत. आणि तशा आणखीन असण्याची शक्यता गणितज्ञांना वाटते.
- जानकी - सर, कोणत्या संख्या?

- सर - 8778, 10296 अशा आहेत.
- गंधार - सर, त्याचं अंकमूळही 3, 9, 3 असं येतंय.
- सर - बरोबर गंधार. आता या त्रिकोणीसंख्या कोणत्या क्रमागत संख्यांपर्यंतच्या बेरजेने मिळतात ते पहा बरं. पुढच्या वेळी येताना तुम्ही सोडवून आणा हा प्रश्न.
- जानकी - चालेल सर.
- सर - पायथागोरसच्या प्रयोगावरून तुम्हाला सांगतो, 3, 4, 5 हे त्रिकूट एकमेव त्रिकूट असे आहे की ज्यातील तीनही संख्या क्रमाने आहेत. विशेष म्हणजे या त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ 6 आहे. आणि 3, 4, 5, 6 या संख्याही क्रमाने आहेत. अशा चारही संख्या क्रमाने असणेही एकमेवाद्वितीय आहे.
- गंधार - सर, मजाच वाटते असं ऐकताना!
- सर - शंकाच नाही, गंधार. पायथागोरसच्या त्रिकूटात भरपूर मौज आहे. तो स्वतंत्र विषय आहे अगदी. आणखी एक उदाहरण सांगतो. या त्रिकूटात तीनही संख्या वर्गसंख्या कधीही नसतात. बरं आपली गाडी त्रिकोणसंख्यांकडे आणूया की! एक गुणधर्म सांगतो -
त्रिकोणी संख्येच्या 8 पटीत 1 मिळविला की नेहमी वर्गसंख्या मिळते.
- जानकी - सर, सर हे सिद्ध कसं करावयाचं ते सांगा की!
- सर - जानकी, बरोबर मुद्दा आहे तुझा. आणि सोपं आहे ते.
त्रिकोणी संख्येला आपण T_n म्हणू या. याची 8 पट म्हणजे $8T_n$ आणि त्यात 1 मिळवा
- गंधार - सर $8T_{n+1}$ येईल.
- सर - बरोबर गंधार
- जानकी - म्हणजे $\frac{n(n+1)}{2}$ ला 8 ने गुणा आणि त्यात 1 मिळवा, असेच ना!
- सर - होय जानकी. म्हणजे $4n(n+1)$ होईल. आणि हा $(2n+1)$ चा वर्ग आहे!
- गंधार - सर, जरा स्पष्ट करा.

- सर - हे बघ गंधार $8 \times \frac{n(n+1)}{2} + 1$ म्हणजे $4n(n+1) + 1$ आहेत ना!
- गंधार - हो, सर
- सर - मग $4n$ ने गुणलं की $4n^2 + 4n + 1$ होतील.
- गंधार - आलं लक्षात. सर म्हणजे $(2n+1)$ चा वर्गच की!
- सर - आता आणखी एक मुद्दा सांगतो, मग थांबूया. त्रिकोणी संख्येच्या 9 पटीत 1 मिळवला की त्रिकोणी संख्या मिळते हे दाखवा पाहू.
- जानकी - सर, $\frac{9(n)(n+1)}{2} + 1$ ही त्रिकोणी संख्या दाखवू या.
- सर - बरोबर, जानकी $\frac{9n^2 + 9n + 2}{2}$ म्हणजे असे होतील.
- गंधार - सर, पुढे?
- सर - गंधार $(3n+1)(3n+2)$ हा गुणाकार म्हणजे $9n^2 + 9n + 2$ आहे. आणि $(2n+1)$ व $(3n+2)$ या क्रमागत संख्या आहेत. क्रमागत संख्यांच्या गुणाकाराची निमपट म्हणजे त्रिकोणी संख्या.
- गंधार - वा! मस्तच आहे, सर.
- सर - अरे, गणिताचे उद्यान म्हणजे असे तसे समजला काय? ज्ञान, मनोरंजन, कौशल्य असे सारं काही आहे यात. या पुढच्या वेळी जरा दुसरीकडे फेरफटका मारूया.
- जानकी - नमस्ते सर.
- गंधार - नमस्ते सर.



लेखक : नागेश मोने, कांतीलाल शहा प्रशाला सांगली येथे मुख्याध्यापक, विज्ञान आणि गणित विषयक लेखन करतात.

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का?

sandarbhociety.org

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

गॅलिलिओ गॅलिली, होता एक गारुडी

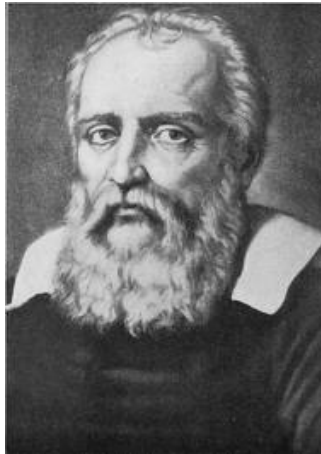
लेखक : किरण बर्वे

गॅलिलिओ म्हणजे इटलीतील पिसा गावचा रहिवासी, प्रयोग करणारा गणिती, तत्त्वज्ञ, खगोलशास्त्रज्ञ आणि भौतिकशास्त्रज्ञ! ही यादी अजून वाढवता येईल पण तुम्हाला ओळख पटली ना, मग झालं. पिसाच्या कलत्या मनोऱ्यावरून वेगवेगळ्या वजनाचे गोळे सोडून ते जमिनीवर केव्हा पडतात याचे, तसेच एका मेजवानीमध्ये (पदार्थ न आवडल्यामुळे वा हवीहवीशी सोबत नसल्यामुळे?) दोरीने वरच्या छताला बांधलेल्या शिंकाळ्याच्या एका लयीत फिरण्याचे निरीक्षण करणारा. अशा अनेक आख्यायिका गॅलिलिओ संबंधी सांगण्यात येतात. म्हणजे कधी कधी असाही समज होतो की पिसात मनोरा नसता, किंवा तो कलता नसता तर गुरुत्वाकर्षणाविषयी गॅलिलिओची समज अपुरीच राहिली असती. हे विचार त्याने केले नसते आणि हे शोध त्याला लावताच आले नसते. मेजवानीतले पदार्थ रुचकर असते तर, लंबकाची घड्याळेच नसती किंवा

ती खूप उशिरा टकटकायला लागली असती तर...

मात्र असे लक्षात घेऊया की या दोन्ही आख्यायिकांतील घटना गॅलिलिओची तत्त्वे उलगडून दाखवणारे प्रयोग होते. यातले प्रयोग आधी की त्या तत्त्वांचा बोध आधी? प्रयोगांमुळे तत्त्वे कळली की तत्त्वे कळलेलीच होती - ती सर्वांना समजावीत म्हणून प्रयोग केले.

हे म्हणजे शाळेतील प्रयोगांसारखेच व्हायचे. आधी निष्कर्ष आणि मग दुसऱ्याचे (म्हणजे गाइडातले?) बघून निरीक्षणे आणि नोंदी भरणे. अर्थात तुम्ही असे करत नाही याची खात्रीच आहे. तुम्ही 'संदर्भ' वाचणारे आहात ना!



गॅलिलिओ, स्टायनर (समकालीन गणिती आणि भौतिकशास्त्रज्ञ) यांनी भौतिकशास्त्राच्या संशोधन पद्धतीत क्रांती केली. आईनस्टाईनच्या मते गॅलिलिओ आधुनिक विज्ञानाचा जनक होता. (The father of

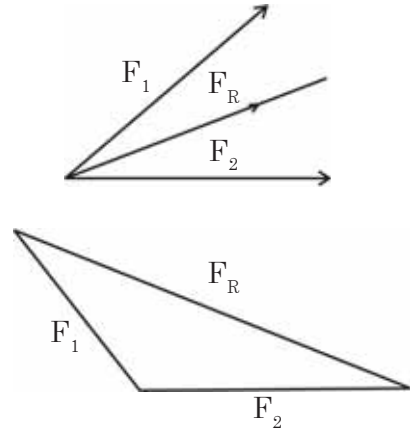
Modern Science) प्रा. स्टीफन हॉकिंग्जनी गॅलिलिओचा,

‘Galileo probably bears more responsibility for the birth of modern sciences than any else अर्थात गॅलिलिओ इतर कोणाहीपेक्षा आधुनिक विज्ञानांच्या जन्माला अधिक जबाबदार आहे.’ अशा शब्दात गौरव केला आहे.

हे कशामुळे असावे? आपल्याला जाणवले असेल की मी गॅलिलिओ आणि स्टाइनर यांना त्यावेळच्या पद्धती नुसार अगोदर गणिते आणि नंतर भौतिकशास्त्रज्ञ म्हटले. त्या पूर्वीचे शास्त्रज्ञ अगोदर उपलब्ध ज्ञानावर विचार करून सिद्धांत, तत्त्वे मांडत. ती कशी बरोबर आहेत असे दाखवण्यासाठी जे उपयोगी असेल ते मान्य करत. बाकीच्या गोष्टींबद्दल दुर्लक्ष करत. प्रयोग करत पण प्रयोग हे केवळ सिद्धांत बरोबर आहे असे दाखवण्यासाठी वा काही किंचित बदल करण्यासाठी.

स्टायनरने तिरक्या फळीवरचा घरंगळणारा चेंडू विविध बलांच्या एकत्र प्रभावामुळे घरंगळतो असे दाखवले. हे आकलन व शब्दयोजना आधुनिक आहे. त्यावेळी नव्हती. त्याने एका त्रिकोणाच्या दोन शिरोबिंदूवर वजने लावून तो त्रिकोण स्थिर झाला की दोन्ही बाजूची वजने कमी करूनही तो त्रिकोण स्थिरच राहतो, अशी अनेक निरीक्षणे नोंदवली. त्यांचा वापर करून

इतर वेळेला तशा प्रकारच्या मांडणीमध्ये नेमके काय होईल, ती कुठल्या स्थितीत स्थिर होईल हे नेमके सांगितले. आज ज्याला सदिश म्हणतात, अशा प्रकारच्या बलाचे सूचन तो करत होता. एवढेच नाही तर दोन बलांच्या संयुक्त प्रभावामुळे कोणते (resultant) बल निर्माण होईल याचे नियम त्याने प्रयोगातून दाखवून दिले.



प्रयोगांना प्रमाण मानून गणिताचे नियम तयार झाले. स्टाइनरने तिरक्या फळीवरून घरंगळणाऱ्या चेंडूच्या प्रयोगांतून गुरुत्वाकर्षणासारखे काहीतरी (बल) असते हे सिद्ध केले. गॅलिलिओने त्याच्यात त्वरण (Acceleration) च्या कल्पनेची भर घातली.

गॅलिलिओने ही तिरक्या फळीवर घरंगळणाऱ्या चेंडूवरती प्रयोग केले, त्यांच्या अत्यंत काटेकोरपणे नोंदी ठेवल्या.

तसेच लहानमोठे गोळे अधिकाधिक उंचीवरून खाली सोडले.

गॅलिलिओची ग्रंथसंपदा

The Little Balance (1586)

On Motion (1590)[136]

Mechanics (ca. 1600)

The Starry Messenger (1610; in Latin, Sidereus Nuncius)

Discourse on Floating Bodies (1612)

Letters on Sunspots (1613)

Letter to the Grand Duchess Christina (1615; published in 1636)

Discourse on the Tides (1616; in Italian, Discorso del flusso e reflusso del mare)

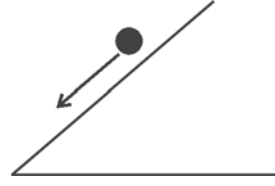
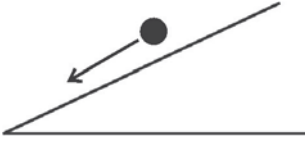
Discourse on the Comets (1619; in Italian, Discorso Delle Comete)

The Assayer (1623; in Italian, Il Saggiatore)

Dialogue Concerning the Two Chief World Systems (1632; in Italian Dialogo dei due massimi sistemi del mondo)

Discourses and Mathematical Demonstrations Relating to Two New Sciences (1638; in Italian, Discorsi e Dimostrazioni Matematiche, intorno a due nuove scienze)

खूप पूर्वी, सुमारे २७, २८ वर्षापूर्वी मुंबईतील NCPA मध्ये 'गॅलिलिओ गॅलिली' या नावाचा दीर्घांक पाहिला होता. गॅलिलिओचे शिष्य जत्रेत गात गात सामान्य लोकांत मिसळत. शास्त्राचा विशेषतः गॅलिलिओच्या 'पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते' या मताचा प्रसार करित होते. त्याच्या शास्त्रीय पद्धती, प्रयोग मांडत लोकांपर्यंत जात होते. गॅलिलिओनेही आपले हे प्रतिपादन इटालियन भाषेत, लोकभाषेत, मांडले. त्यामुळे तो विज्ञानातील लोक शिक्षक म्हणून प्रत्यक्षात आणि त्या दीर्घांकातही अगदी ठळकपणे समोर आला. या दीर्घांकात 'गॅलिलिओ गॅलिलि - होता एक गारुडी' हे सतत येणारे गाणे होते. हे गाणे गॅलिलिओची 'शास्त्रज्ञांना बदलवणारा, शास्त्र लोकप्रिय करणारा, समाजाला जणू संमोहित करणारा गारुडी' अशी ओळख करून देते.



यामुळे पिसाच्या मनोऱ्याची आख्यायिका तयार झाली. त्यातून त्वरण म्हणजे Acceleration ची कल्पना मांडली. म्हणजेच परत एकदा आधी प्रयोग, मग निष्कर्ष आणि अशा अनेक प्रयोगांच्या निष्कर्षांच्या आधारे तत्त्व मांडले. म्हणजेच निसर्गातील घडामोडींचे जास्तीत जास्त समजून केलेले विवेचन केले.

माणसाच्या ज्ञानाची सुरुवात अशीच निसर्गाच्या निरीक्षणातून झाली मात्र नंतर ॲरिस्टॉटलचे विज्ञान व त्याच्या पद्धतींचा प्रभाव पराकोटीचा वाढला. ख्रिश्चन धर्मातील तत्त्वे अखेरचे सत्य म्हणून मानली गेली. प्रयोग आणि निरीक्षणे यांना या पद्धतींमधे जवळजवळ स्थानच उरले नव्हते. म्हणून स्टायनर आणि गॅलिलिओचे महत्त्व खूपच वाढते. गुरुत्वाकर्षण, व्हेक्टर, लंबक इ. नंतरही शोधले गेले असते पण शास्त्रीय संशोधनाची नवी पद्धत मांडून गॅलिलिओ प्रभृतींनी शास्त्रीय संशोधनात क्रांती केली. प्रयोग, त्यातील निरीक्षणे यांचे महत्त्व निर्विवाद ठरले. आपण ठरवल्याप्रमाणे निसर्ग चालत नसतो. तर निसर्ग जसा आहे तसा आपण समजून घ्यायचा असतो. हे त्यांनी दाखवून दिले. त्यासाठी कोणतेही पूर्वग्रह न

ठेवता प्रयोग करून, निरीक्षणे करून, निष्कर्ष काढून थिअरी मांडली जाऊ लागली. जर प्रयोगातून थिअरीने सूचित केलेले निष्कर्ष मिळत नसतील तर फार तर प्रयोग परत परत करा पण 'थिअरी बरोबर प्रयोग चूक' असे म्हणता येणार नाही. 'प्रयोग चूक असे न मानता, त्यांच्याकडे दुर्लक्ष न करता प्रयोगांचे, त्यातील निरीक्षणांचे सार्वभौमत्व मानायलाच हवे.' हा गॅलिलिओच्या प्रतिपादनाचा सारांश होता. ही त्याने जगाला दिलेली सर्वांत मोठी, महत्त्वाची देणगी होती, आणि आहे! आणि याच देणगीविषयी प्रा. स्टीफन हॉकिंग आणि प्रा. आईनस्टाइन बोलत होते.

आता आपण त्या काळातले चर्च, पाद्री आणि गॅलिलिओ यांच्यात झालेल्या वादाची ओळख करून घेऊ. बायबलमधील गोष्टीनुसार सूर्य व इतर सर्व आकाशातल्या वस्तू पृथ्वीभोवती फिरतात. पृथ्वीचे या विश्वातील महत्त्व या कारणाने एकमेकाद्वितीय आहे; हे बायबलचे म्हणणे आहे आणि म्हणून त्याबद्दल कोणत्याही चर्चेचे कारण नाही, असा चर्चचा आग्रह होता. मात्र गॅलिलिओचे म्हणणे शास्त्रीय प्रयोगांतून, खगोलशास्त्रीय निरीक्षणांतून दिसते - ते मान्य करायला हवे.

त्यामधून सूर्य पृथ्वीभोवती नाही तर पृथ्वी आणि इतर ग्रह सूर्याभोवती फिरतात, या बाबतीत तो आग्रही होता. त्या वेळच्या परिस्थितीनुसार त्याने आपल्या म्हणण्याला 'केपलरचा आधार आहे' असे म्हणून चालत नाही म्हटल्यावर, बायबलमध्ये आधार मिळतो का हेही बघितले. आंधळा झाला तरी त्याने त्यानंतर इटालियन या सर्वसामान्यांच्या भाषेत ग्रंथ लिहिले. त्याने कारावास पत्करला, मग धोका पत्करून, त्याला शिक्षा देणाऱ्या चर्चच्या हद्दीबाहेर हॉलंड मध्ये एक ग्रंथ प्रसिद्ध केला. चर्चच्या मताविरुद्ध मत मांडले म्हणून माफी मागायलाच लागली, तरी तो खरे काय ते पुटपुटलाच. हा संघर्ष पुढील शास्त्रज्ञांना खूप ताकद देऊन गेला. रेनेसान्स, प्रबोधन काळासाठीही हा संघर्ष प्रेरणादायी ठरला.

लोकभाषेतून शास्त्र शिकवणे, अब्रम्हण्यम - अतिशय धर्म, नीतिबाह्य समजले जाई. तरी निश्चयाने व मुद्दाम ठरवून त्याने इटालियन भाषेत शास्त्रीय ग्रंथ लिहिले. सूर्य पृथ्वीभोवती फिरतो या विचारप्रणालीचा त्याने तर्क, उपहास, चेष्टा इ. सर्व मार्गांनी चिंध्या उडवल्या. (Dialogue concerning the two chief world systems, 1632)

त्याचबरोबर 'पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते'

याचे तर्कशुद्ध, साधारण विवेचन त्याने शास्त्रज्ञ, विद्वान आणि सर्वसामान्यांनाही समजेल असे केले. त्याच्या भाषेत लालित्य होते, ती चटकदार होती. चटकन वाचकांच्या हृदयाचा ठाव घेणारी होती. त्यामुळे गॅलिलिओ लोकप्रिय विज्ञान शिक्षक बनला.

गॅलिलिओने मांडलेले अनेक शोध हे त्याने नव्याने मांडले असले तरी ते कोणी ना कोणी अगोदर लावले होते. त्याचे 'पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते' हे म्हणणेही आर्यभट्ट, भास्कराचार्यांनी निरीक्षणांवरून आणि केपलरने निरीक्षणांना गणिताची जोड देऊन सिद्ध केले होते. मग त्याला आधुनिक विज्ञानाचा जनक का म्हटले जाते? त्याने दाखवून दिलेले प्रयोगांचे महत्त्व, प्रयोग कसे, कोणते करावेत, थिअरी प्रयोगशरण आहे, प्रयोगाच्या निष्कर्षांवर थिअरीची मांडणी असते हे सर्व मांडणे आणि पटवणे हे त्याचे योगदान आहे.

एकाच वेळी शास्त्रज्ञांना मार्ग दाखवणारा, चर्चच्या वर्चस्वाला डिवचणारा, समाजाला शास्त्रीय ज्ञानाने, पद्धतींनी आणि मांडणीने संमोहित करणारा तो गारुडी होता. येणाऱ्याही पिढ्या म्हणूनच उच्चरवाने गात राहतील 'गॅलिलिओ गॅलिलि - होता एक गारुडी'



लेखक : किरण बर्वे, गणित शिकवण्याची आवड मो. : ९४२३०१२०३४

विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१३ : उत्तरावली

विज्ञान रंजन स्पर्धेची उत्तरं या अंकात दिली आहेत. आपली किती उत्तरं बरोबर आली हे तर तुम्हाला कळेलच पण चुकीच्या उत्तरात काय चुकलय हे सुद्धा समजेल. विज्ञान रंजन स्पर्धेच्या लेखी प्रश्नावलीतून विद्यार्थी अंतिम फेरीसाठी निवडले गेले. मार्च १३ ला अंतिम फेरीत मुलांना काही प्रयोग करायचे होते. यातून पाच मुले विजेती घोषित करण्यात आली. विजेत्या मुलांनी लिहिलेली काही उत्तरे इथे देत आहोत.

प्र. १ निरीक्षण करून उत्तरे लिहा. (गुण १०)

(एकूण १० प्रश्न)

१. स्टेपलरच्या पिनेची लांबी किती असते?

उत्तर स्टेपलरच्या पिनेची लांबी विविध प्रकारची असू शकते. परंतु मी मोजलेल्या स्टेपलरच्या पिनेची लांबी १.८ सें.मी. इतकी भरली आहे.

२. लोहचुंबकाला न चिकटणारी भारतीय नाणी कोणती?

उत्तर नवीन १ रुपयाची व २ रुपयाची नाणी चुंबकास चिकटतात, ५० पैशाचे नाणेही चिकटते. परंतु सध्याची ५ रुपयाची व १० रुपयाची नाणी चुंबकास चिकटत नाहीत.

३. कंपासपेटीतील त्रिकोणी गुण्यांमध्ये किती अंशांचे कोन असतात?

उत्तर कंपासपेटीत दोन प्रकारचे गुण असतात. दोन्हीतील कोनांची मापेही वेगवेगळी असतात. काटकोन मात्र दोन्हीतही असतो. त्या गुण्यांत अनुक्रमे १) ९०°, ६०°, ३०°; २) ९०°, ४५°, ४५° अशा अंशांचे कोन असतात.

४. 'चिचुंद्रीने चहाचा चमचा चक्क चाटला' यात कोणकोणत्या 'च'चे उच्चार एकसारखे होतात?

उत्तर चहाचा आणि चक्क या दोन शब्दांतील 'च' चा उच्चार एकसारखा होतो. तसंच चिचुंद्रीने -चमचा-चाटला याचा उच्चार सारखा होतो.

५. गाईच्या एक लीटर दुधाचे वजन किती?

उत्तर गाईच्या एक लीटर दुधाचे वजन 'एक हजार तीन ग्रॅम' म्हणजेच १.०३० किलोग्रॅम इतके असते.

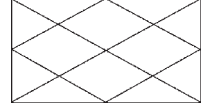
६. मोहरीच्या दाण्याच्या रंगासारखाच रंग असणारी खाद्य वस्तू कोणती?

उत्तर मोहोरीच्या दाण्याच्या रंगासारखाच रंग असणारी खाद्यवस्तू पुढील आहे :-
नाचणी, अळीव, तुळशीचे बी.

७. गरम तव्यावर पडलेल्या पाण्याच्या थेंबाचा आकार कसा दिसतो?

उत्तर तव्यावर पडलेल्या पाण्याच्या थेंबाचा आकार गोल नसून पसरट होतो व त्याचे झपाट्याने वाफेत रूपांतर होऊ लागते. त्यामुळे तो थेंब आकारहीन दिसतो. तेथे बुडबुडेच दिसतात. थोडासा सुरुवातीस अंडाकृतीही दिसतो.

८. सोबतच्या आकृतीत कोणकोणते आणि किती भौमितिक आकार दिसतात?



उत्तर सोबतच्या आकृतीत पुढील भौमितिक आकार दिसतात :

४४ रेषाखंड, ४० कोन, २० त्रिकोण, १ आयत, ९ समांतरभूज चौकोन,
८ पंचकोन, ४ समलंब चौकोन, २ षट्कोन,

९. तुमच्या दोन्ही पावलांच्या बाह्याकृती काढून त्यांच्यात दिसणारे फरक लिहा.

उत्तर दोन्ही पावलांच्या बाह्याकृतीत एखादा फरक प्रकर्षाने आढळून येत नाही. थोडक्यात सांगायचे झाले तर या दोन्ही पावलांच्या बाह्याकृती म्हणजे एका (डाव्या) पावलाची दुसरे (उजवे) पाऊल ही आरशातील प्रतिमा आहे. डाव्या पावलात अंगठ्यापासून बोटे डावीकडे लहान होत जातात. उजव्या पावलात अंगठ्यापासून उजवीकडे बोटे लहान होत जातात. आणि या दोन्ही पावलांचे सर्व आकार हे एकमेकांना विरुद्ध आहेत.

१०. आयत आणि त्रिकोण या मिश्र आकारात विणलेली घरगुती वस्तू कोणती?

उत्तर माझ्या निरीक्षणात आलेल्या मिश्र आकारात (आयत व त्रिकोण) विणलेल्या घरगुती वस्तू पुढीलप्रमाणे : सूप, बाज, दारातील तोरण, भिंतीला अडकवता येणाऱ्या शोभेच्या वस्तू इत्यादी आहेत.

प्र. २ चूक की बरोबर ते लिहा (गुण १०)

(एकूण १० प्रश्न)

१. जास्वंदीचे फळ गोलाकार असते.

उत्तर चूक - जास्वंदीचे फळ शंकूच्या आकाराचे असते.

अनेकांची अशी समजूत झालेली आहे की जास्वंदीला फळ येत नाही. गुलाबाला फळ येत नाही अशीही समजूत असते. पण ही समजूत चुकीची आहे. जास्वंदीच्या फुलात मध्यभागी एक मोठा दांडा असतो. तो अन्य फुलांच्या मानाने बराच लांबुळका असतो. जास्वंदीला फळ येते. फळे येण्याचे प्रमाण कमी असल्यामुळे असेल पण जास्वंदीची काडी मातीत रोवली गेली तरी तिच्यापासून जास्वंदीचे झुडूप तयार होते.

२. ढग दाटून आले असता विजा गरजल्या की पाऊस पडत नाही.

उत्तर चूक - ढग दाटून आले असता विजा गरजल्या तरीही पाऊस पडतो.

भारतात विशिष्ट कालावधीत मोसमी पाऊस पडत आलेला आहे त्यामुळे इथले हवामानविषयक आडाखे अन्य बिगरमोसमी पावसाच्या प्रदेशामधील पावसाच्या आडाख्यांपेक्षा वेगळे असण्याची शक्यता जास्त आहे. त्यामुळे जरी विजा गरजल्या तरी पाऊस पडतो.

३. जैतापूर व कुडनकुलम येथे वीजनर्मितीसाठी धरणे होत आहेत.

उत्तर चूक - जैतापूर व कुडनकुलम येथे विदेशी कंपन्यांच्या तांत्रिक आणि आर्थिक सहकार्याने वीजनर्मितीसाठी अणुऊर्जा प्रकल्प होत आहेत.

४. आपण शंभर दिवसात आपल्या वजनाइतके अन्न खातो.

उत्तर बरोबर - अर्थात हे उत्तर सरासरीने बरोबर आहे. व्यक्तीप्रमाणे, ऋतुमानाप्रमाणे, तब्येतीप्रमाणे, आवडीनिवडीप्रमाणे यात बदल होऊ शकतो. शरीराच्या हालचाली होण्यासाठी ऊर्जेची आवश्यकता असते. श्रम, कार्य, धावपळ, हालचाली, नुसते बसून राहणे, श्वास घेणे इ. कामासाठी किती ऊर्जा लागते यावर आपला आहार अवलंबून असतो. सरासरीने माणसाला दिवसाला अठराशे किलो कॅलरी इतकी ऊर्जा आवश्यक असते. म्हणजेच प्रत्येक दिवसाला त्याच्या वस्तुमानाच्या १% इतका आहार आवश्यक आहे. म्हणजेच १०० दिवसात स्वतःच्या वजनाइतका आहार घेतो.

५. रेल्वेप्रवासी मलमूत्रविसर्जन उघड्यावर करतात.

उत्तर बरोबर - मलमूत्रविसर्जन करण्यासाठी रेल्वेच्या डब्यात संडास असतात. रेल्वेप्रवासी त्याचा वापर करतात. रेल्वे प्रवाशांनी विसर्जित केलेले मलमूत्र रेल्वेच्या संडासातून खाली रुळांच्या आतल्या बाजूस जमिनीवर पडते. रेल्वेगाडी निघून गेल्यावर ते उघड्यावर पडलेले दिसते.

६. विमानातील संडाससफाईसाठी हवेच्या झोताचा वापर होतो.

उत्तर बरोबर - विष्टेवर दाबाने हवा सोडण्यापेक्षा पोकळी करून विष्टा ओढून घेणे सोपे, सुरक्षित आणि आरोग्यकारक. विमानातील संडास वापरण्यापूर्वी त्या भांड्यात १-२ टिश्यू पेपर घातले तर विष्टा कागदावर राहाते आणि मग ती संडासच्या भांड्याच्या आत खेचली जाणे सोपे जाते. काही विमानात संडासच्या भांड्याला विष्टा चिकटू नये तसेच भांडे निर्जंतूक राहावे म्हणून औषधी द्रावणही अल्प प्रमाणात वापरतात. विष्टा हटविण्यासाठी हवाशोषक वापरल्याने नळकाम करताना नळ उतारालाच लावावे लागत नाहीत. सोईप्रमाणे हवे तसे वळवून घेता येतात.

७. सोमनाथ मंदिरापासून दक्षिण ध्रुवापर्यंत कोठेही जमिनीवर पाऊस पडत नाही.

उत्तर बरोबर - सोमनाथपासून दक्षिण ध्रुवापर्यंत सरळ रेषा काढली तर वाटेत कोठेही कोणताही भूखंड नाही. बेट, खंड किंवा उपखंड नाही. त्यामुळे त्या वाटेवर पाऊस पडला तरी तो समुद्रात पडणार. सोमनाथपासून ९९३६ किलोमीटर अंतरावर अंटार्क्टिका खंडावर ढग दाटून आले तरी तिथे बर्फ पडेल, पाऊस नाही.

८. म्हातारपणी श्रवणशक्ती कमी झाली की स्मरणशक्ती कमी होते.

उत्तर बरोबर - म्हातारपणी वाढत्या वयाबरोबर एक एक शारीरिक ताकदी कमी कमी व्हायला लागतात तशी स्मरणशक्तीही कमी होत जाते. ऐकू येईनासे झाले की त्यांचे लोकांमध्ये मिसळणे कमी होते. इतरांशी संवाद कमी होतो. ऐकणे या कामाकरिता जास्त ऊर्जा लागल्याने इतर कृतींना कमी ऊर्जा मिळते. त्यातून मंदपणा आणि विस्मरण वाढायला लागते.

९. ध्रुवीय प्रदेशात कधी कधी रात्री आभाळात रंगीबेरंगी उजेड पडतो.

उत्तर बरोबर - ध्रुवबिंदूच्या १० ते २० अंशापर्यंतच्या गोलाकार भागात हा उजेड दिसतो. सूर्यावरून प्रकाशाप्रमाणेच सतत प्रारणे बाहेर फेकली जातात. या प्रारणांमध्ये विद्युत भारीत सूक्ष्मकण असतात. ध्रुवीय प्रदेशातील विशिष्ट चुंबकीय क्षेत्रामुळे हे सूक्ष्मकण वरच्या स्तरातील विरळ वायूंना धडकतात त्यामुळे हा प्रकाश निर्माण होतो.

१०. अन्न शिजवून खायला लागल्यानंतर माणूस बुद्धिमान झाला.

उत्तर बरोबर - आग हाताळायला लागण्याआधीच्या माणसाच्या कवटीचा आकार आणि आग वापरायला लागल्यानंतरचा कवटीचा आकार यातील फरकावरून डॉ. रिचर्ड ब्रँड हॅम यांनी हा तर्क मांडला आहे. सुमारे वीस लाख वर्षांपूर्वी आदिमानव - होमो इरेक्टस अन्न शिजवून खाऊ लागला. शरीराबाहेर अन्न शिजल्यामुळे ते पचवायला कमी ऊर्जा वापरली गेली. अन्न शोधण्यासाठी लागणारा वेळ, मेहनत, यासाठी द्याव्या लागण्याच्या ऊर्जेत झालेली बचत मेंदूला मिळून बुद्धीची वाढ झाली.

प्र. ३ खालील विधानांमधील झमीफकोण ते लिहा (गुण १०) (एकूण १० प्रश्न)

१. मी स्वतः जळत नाही पण माझ्याशिवाय कोणी जळू शकत नाही.

उत्तर 'मी' आहे ऑक्सिजन (प्राणवायू)

२. मी माझ्या आयुष्यात एकदाच डंख मारू शकते.

उत्तर मधमाश्या व गांधील माश्यांच्या काही विशिष्ट जाती.

३. एकट्या मला काही किंमत नाही पण माझ्या डावीकडे कोणी असले की आमची किंमत वाढते.

उत्तर 'मी' आहे शून्य (Zero/ ०).

४. माझे घनरूप माझ्या द्रवरूपापेक्षा हलके असते.

उत्तर पाणी, 'मी' आहे पाणी.

५. मी एक पाहुणा २८ नोव्हेंबर १३ ला सूर्याच्या सर्वात जवळ असेन.

उत्तर 'मी' आहे एक धूमकेतू (C/2012 S1 ISO N)

६. तुम्हाला वाटते की मी घड्याळात दिसेन, घड्याळात 'मी' नाही दिसत 'ती' दिसते.

उत्तर 'मी' आहे काळ.

७. मुद्दाम जखम करून त्यात रोगजंतू भरून रोग टाळण्याची कल्पना माझीच.

उत्तर एडवर्ड जेन्नर याने (देवी/गोवरवरील) लस शोधली.

८. माझ्या बरोबरीच्या चौघांना माझ्याइतके वळता येत नाही.

उत्तर 'मी' आहे अंगठा व इतर चौघे म्हणजे पंजाची उरलेली चार बोटे होत.

९. आम्हा पाचांपैकी चार जवळजवळ असतात मी मात्र शरीरभर असते.

उत्तर 'मी' आहे त्वचा व इतर चार म्हणजे चार ज्ञानेंद्रिये होत.

१०. तुम्ही झोपलात की मी तुमच्या पापण्यांवरच्या मृतपेशींची विल्हेवाट लावतो.

उत्तर डेमोडेक्स माईट

प्र. ४ शास्त्रीय कारणे द्या. (गुण २०)

१. एका व्यक्तीला जांभई देताना पाहणाऱ्या व्यक्तीला जांभई येते.

उत्तर शरीरात ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी झाले की ते भरून काढण्यासाठी व्यक्ती जांभई देते. कदाचित त्याला पाहणाऱ्या व्यक्तीची मानसिकता कारणीभूत असेल. ती एक प्रकारची reflect action असते.

२. साखरपाण्याने कागदावर लिहिले की वाळल्यावर दिसेनासे होते पण कागद गरम केल्यावर दिसू लागते.

उत्तर कारण साखरेच्या रेणूसूत्रात कार्बनचेही अणू असतात. जेव्हा आपण तो साखरपाण्याने लिहिलेला कागद गरम करतो तेव्हा त्यावर लिहिलेली अक्षरे दिसू लागतात कारण साखरेचे रेणूसूत्र $C_6H_{12}O_6$ आहे. गरम केल्यावर यातील हायड्रोजन व ऑक्सिजन हवेत मिसळतात व कार्बन शिल्लक राहतो आणि तो काळ्या रंगात अक्षरांना दर्शवतो.

म्हणून साखरपाण्याने कागदावर लिहिले की वाळल्यावर दिसेनासे होते पण गरम केल्यानंतर दिसू लागते.

३. सीडीवरून परावर्तित होणारा प्रकाश सप्तरंगी दिसतो.

उत्तर कारण, जेव्हा प्रकाशकिरणे सीडीवर पडतात तेव्हा त्यांचे परावर्तन (reflection) होते त्याचबरोबर विवर्तन (defraction) आणि विकिरण (refraction) होते. यामुळे तो प्रकाश सप्तरंगी दिसतो. म्हणून सीडीवरून परावर्तित होणारा प्रकाश सप्तरंगी असतो.

४. भाजल्यावर फुलका फुगतो पण पापडाला पुटकुळ्या येतात.

उत्तर फुलका हा भाजल्यावर गरम होतो. तो सच्छिद्र असतो. त्यात गरम हवा भरली जाते व ती बाहेर येण्यास पाहते. त्यामुळे त्या फुलक्याच्या कणिकेतल्या पाण्याची वाफ त्या फुलक्यामध्ये भरली जाते व फुलका फुगतो. परंतु पापडात पापडखार नावाचा पदार्थ असतो. त्यात सोडियम कार्बोनेट असते आणि त्याच्या विशिष्ट प्रकारच्या रासायनिक गुणधर्मांमुळे पापड भाजल्यावर त्यास पुटकुळ्या येतात. दुसरेही कारण असू शकते ते म्हणजे पापडात शुष्कपणा व कडकपणा असतो. त्यामुळे त्यात निर्माण झालेली उष्णता छोट्या पुटकुळ्यांच्या स्वरूपात बाहेर पडत असेल. म्हणून भाजल्यावर फुलका फुगतो पण पापडाला पुटकुळ्या येतात.

५. अष्टमीची भरती पौर्णिमेच्या भरतीपेक्षा कमी असते.

उत्तर मुख्य गोष्ट म्हणजे भरती-ओहोटी या मोठ्या संकल्पना आहेत. भरती-ओहोटी या गोष्टी चंद्राच्या आकर्षणावर अवलंबून असतात. पौर्णिमेच्या दिवशी सूर्य आणि चंद्र यांच्या गुरुत्वाकर्षणाची बले एका दिशेत असतात. त्यामुळे निष्पन्न होणारे गुरुत्वाकर्षणाचे बल सरासरीपेक्षा अधिक असते. त्यामुळे पौर्णिमेला सरासरीपेक्षा जास्त भरती असते. त्यास 'उधाण भरती' (spring) असेही म्हणतात.

याउलट अष्टमीच्या सुमारास पृथ्वीच्या संदर्भात चंद्र आणि सूर्य यांमध्ये सुमारे 90° अंशाचा कोन किंवा काटकोन असतो. त्यामुळे सूर्य आणि चंद्र यांच्या गुरुत्वाकर्षणाची बले काही प्रमाणात परस्परांना छेद देतात. त्याचा परिणाम म्हणून निष्पन्न होणारे एकंदर बल कमी होते. अर्थात, पूर्ण भरती सरासरीपेक्षा थोडी कमी येते.

यावरून आपणांस समजते की अष्टमीची भरती पौर्णिमेच्या भरतीपेक्षा कोणत्या कारणामुळे कमी येते.

६. तीन टोके असणाऱ्या विजेच्या पिनचे वरचे टोक मोठे असते.

उत्तर त्या पिनचे वरचे टोक अर्थिंगसाठी मोठे असते. घरातील वीजसुरक्षेबाबत अर्थिंगलाही महत्त्व असते. व जर उपकरणावर लोड आला तर मोठ्या टोकातून तो जमिनीकडे वाहून नेला जातो किंवा जर एखादे विद्युत उपकरण वापरात असेल आणि त्या उपकरणाला अनियमित वीजपुरवठा होत असेल / विजेचा प्रचंड भार एकाचवेळी येत असेल तर यंत्रासाठी ती गोष्ट हानिकारक आहे. यापासून त्या उपकरणास वाचविण्यासाठी त्याच्या पिननेला तीन टोके असतात. व त्यापैकी त्या वरच्या मोठ्या टोकातून हा यंत्राकडे आलेला विजेचा अनियमित भार जमिनीकडे वाहून नेला जातो आणि यास 'अर्थिंग' म्हणतात व ते मोठे टोक यासाठी असते.

७. पाल न पडता छताखाली चिकटून चालू शकते.

उत्तर तुम्ही बाजारात ते खेळणे पाहिलेच असेल की ज्यात एक धनुष्य व बाण असतात. या बाणाचे वैशिष्ट्य असे की ते धनुष्याने मारले असता काचेवर चिकटतात कारण जेव्हा त्या चकत्या (रबरी) बल लावून काचेवर चिकटवल्या जातात, तेव्हा काचेचा पृष्ठभाग व रबरी चकती यादरम्यान असलेली हवा काढून टाकली जाते. व तेथील वातावरणीय दाब नाहीसा होतो किंवा कमी होतो. याउलट बाहेरून वातावरणीय दाब त्या चकतीला आत ढकलत असतो. त्यामुळे चकती काचेला घट्ट धरून बसते. येथे वातावरणीय दाबाचे तत्त्व वापरले गेले. याउलट बाहेरून वातावरणीय दाब पालीच्या पंजास आत ढकलत असतो. त्यामुळे पालीचा पंजा पृष्ठभागास चिकटून राहतो. व ही क्रिया पाल वेगाने करून छताला चिकटून चालू शकते. आणि म्हणून पाल न पडता छताखाली चिकटून चालू शकते.

८. थर्मास प्लास्क मधील काच पारदर्शक नसते.

उत्तर कारण जर थर्मास प्लास्कमधील काच पारदर्शक असेल तर आतमध्ये जो गरम पदार्थ असतो तो थंड होईल आणि थंड पदार्थ गरम होईल. कारण पदार्थ / द्रव गरम आहे. आणि काच पारदर्शक असेल तर थर्मास प्लास्कमधील उष्णतेची प्रारणे बाहेर जातील व पदार्थ हव्या त्या कालावधीपर्यंत गरम राहू शकणार नाही. अशाच प्रकारे थंड पदार्थ जर असेल तर तो लवकर गरम होईल. पण याउलट जर अपारदर्शक काच असेल तर पदार्थाची उष्णतेची प्रारणे बाहेर जाऊ शकणार नाहीत व पदार्थ हव्या त्या कालावधीपर्यंत गरम राहण्यास मदत होईल. असेच थंड द्रवाचेही होईल. काच अपारदर्शक असेल तर बाहेरच्या तापमानाचाही त्यावर काही फरक पडणार नाही. म्हणून थर्मास प्लास्कमधील काच पारदर्शक नसते.

९. औषध फवारणी केल्यानंतर झुरळे पालथी पडून मरतात.

उत्तर कारण, झुरळांना श्वास घेण्यासाठी नाक नसते. म्हणून ते श्वास घेण्यासाठी त्यांच्या कडेवर म्हणजे खालच्या बाजूच्या कडेने जी छोटी-छोटी छिद्रे असतात त्यांचा वापर करतात.

जेव्हा झुरळावर औषध फवारणी केली जाते तेव्हा त्या औषधांतील रसायन त्या खालच्या भागाकडल्या कडेच्या छिद्रांत जाते व ते रसायन बाहेर काढायचा प्रयत्न ते झुरळ करते. मग ते प्रथमतः उलटे होऊन अंगाला झटके देते. हे रसायन बाहेर काढण्यासाठी पालथे पडते. परंतु ते बाहेर येत नाही आणि मग झुरळ मरते. परंतु ते मेल्यानंतर मग त्याची अवस्था पालथीच राहते. म्हणून औषध फवारणी केल्यानंतर झुरळे पालथी पडून मरतात.

१०. वादळी हवामानात इंटरनेट वापरू नये.

उत्तर कारण जेव्हा वादळी हवामान असते तेव्हा आभाळात मोठ्या प्रमाणावर विजा चमकत असतात. आणि तेव्हा जर इंटरनेट वापरात असेल तर संगणकास धोका उद्भवू शकतो. कारण इंटरनेटवरची माहिती आपल्याला जास्तीत जास्त उपग्रहांमार्फत मिळते. यांचे संपर्क / कनेक्शन वायरलेस असतात / किंवा broadband असेल तर वायर कनेक्शन असते आणि अचानक एखादी वीज चमकली व ती या वायरकडे किंवा कनेक्शनकडे आकर्षित झाली तर संगणकावरचा लोड वाढून बिघाड होऊ शकतो. आणि दुर्घटना घडू शकते. म्हणून अशा दुर्घटना टाळण्यासाठी वादळी हवामानात इंटरनेट वापरू नये. WAN मध्येही वादळी हवामानामुळे धोका उद्भवतो. कारण या दोन संगणकांतील संपर्कात गडबड होऊनही संगणक बिघडू शकतो. म्हणून वादळी हवामानात इंटरनेट वापरू नये.

प्र. ५ प्रश्न एक उत्तरे अनेक (गुण १५)

(एकूण ५ प्रश्न)

पुढील प्रश्नांना दिलेल्या उत्तरांपैकी कोणती उत्तरे बरोबर ठरतील ते स्पष्ट करा.

१. पारा या पदार्थाचे भौतिक रूप कसे असते ?

क) द्रव ख) बाष्प ग) स्नायू घ) वायू

उत्तर पारा या पदार्थाचे भौतिक स्वरूप द्रव असते. म्हणून याचा पर्याय क्रमांक = क - द्रव कारण धातू सर्वसामान्य तापमानाला स्थायू अवस्थेत आढळतात आणि पारा हा धातू यास अपवाद आहे. म्हणून पारा या भौतिक पदार्थाचे स्वरूप द्रव असते.

२. एक चादर वाळायला ३ जास तर तशाच ८ चादरी वाळायला किती तास?

क) ३ ख) ६ ग) १२ घ) २४

उत्तर एक चादर वाळायला ३ जास तर तशाच ८ चादरी वाळण्यासही ३ तासच लागतील.
म्हणून पर्याय क्रमांक : क-३

जितका वेळ एका चादरीला वाळायला लागतो तितकाच अशा ८ (आठ) चादरींना लागेल. येथे फक्त चादरीची संख्या वाढली आहे. अशा १०० जरी चादरी असल्या तरी तीनच तास चादरी वाळायला लागतील, फक्त त्या एकाचवेळी वाळत घालायला हव्या.

३. १ लीटर पाण्यात २०० ग्रॅम मीठ टाकले असता....

क) पाण्याची पातळी वाढते ख) पाणी जड होते
ग) पाणी खारट होते घ) पाणी गार होते

उत्तर या प्रश्नाच्या उत्तरांचे पर्याय पुढीलप्रमाणे :- ख, ग, घ.

ख - मीठ टाकल्यावर पाणी जड होतेच. म्हणून तर आपल्याला खान्या पाण्यात पोहताना जास्त त्रास होत नाही.

ग - पाण्यात मीठ टाकल्यावर पाणी खारट होणारच. कारण मीठाची चवच मुळात खारट असते.

घ - पाणी गारही होते. कारण पाण्यात मीठ टाकल्यावर मीठ पाण्यातील उष्णता शोषते व पाणी गार / थंड होते. या पाणी व मीठ यांच्या अशा प्रकारच्या अभिक्रियेस उष्माग्राही अभिक्रिया म्हणतात.

त्यामुळे वरील सर्व पर्याय लागू होतात.

४. या मूलद्रव्याचे नाव कोणत्या देशाच्या नावावरून पडले?

क) इंडीयम ख) अमेरिकीयम
ग) फ्रान्सियम घ) पोलोनियम

उत्तर पर्याय क्रमांक :- घ

स्पष्टीकरण :- मादाम मेरी क्यूरी या थोर स्त्री शास्त्रज्ञ १८६७-१९३४ या कालखंडात होऊन गेल्या. जुलै, १८९८ मध्ये त्यांनी एक नवे मूलद्रव्य शोधल्याचे घोषित केले. त्यांचा जन्म पोलंडमधील वार्सा शहरात झाला. म्हणून त्यांनी आपल्या मातृभूमी असलेल्या पोलंडच्या नावावरून त्यास 'पोलोनियम / पोलोनियम' असे नाव दिले. फ्रान्सियमचे फ्रान्सवरून व (अमेरिकीयमचे अमेरिका खंडावरून पडलेय.)

५. मेगा, गिगा, झिटा या संख्यांची मराठी नावे लिहा.

उत्तर मेगा = १० चा सहावा घात = $१०^६$ = १ दशलक्ष

गिगा = १० चा नववा घात = $१०^९$ = १ अब्ज

अशी या संख्यांची मराठी नावे आहेत.

७. कोणत्या वृक्षाच्या बिया झाडावरच रुजतात?

उत्तर 'खारपोटी' नावाच्या वनस्पतीच्या बिया झाडावरच रुजतात. त्या वनस्पतीचे शास्त्रीय नाव 'रायझोफोरा' असे आहे. 'मोह' नावाच्या वृक्षाच्या बियाही झाडावरच रुजतात.

८. केसांचा काळा रंग कोणत्या रसायनामुळे असतो?

उत्तर मेलॅनीन

९. वेलक्रोचा शोध कोणी आणि कोणत्या वनस्पतीच्या आधारे लावला?

उत्तर वेलक्रोचा शोध स्विस इलेक्ट्रिकल इंजिनियर सर जॉर्ज डी. मिस्ट्रेल यांनी बरडॉक, किंवा चिकटगुंडा (क्रोशेट) वनस्पतीच्या आधारे लावला.

१०. बेरीज १०० येईल आणि ० ते ९ सर्व अंक वापरले जातील असे दोन पूर्णांकयुक्त अपूर्णांक लिहा.

उत्तर $५० \frac{१}{२} + ४९ \frac{३८}{७६}$

प्र. ७ करून पहा, निरीक्षणे नोंदवा, निष्कर्ष लिहा (गुण २०)

(एकूण ५ प्रश्न)

१. सोबतच्या जादुई चौरसात थोर गणिती श्रीनिवास रामानुजन यांची जन्मतारीख शोधा. त्याजागी तुमची जन्मतारीख लिहा. उरलेले अंक बदलून नवा जादुई चौरस तयार करा.

२२	१२	१८	८७
८८	१७	९	२५
१०	२४	८९	१६
१९	८६	२३	११

उत्तर निरीक्षणे : i) रामानुजन जन्मतारीख २२-१२-१८८७ दिलेल्या आकृतीतील प्रत्येक रकाना व स्तंभातील तसेच कर्णरेषेवरील अंकांची बेरीज १३९ आहे.

ii) जन्मतारीख १७-०२-१९९९ स्वतःची जन्मतारीख टाकून उरलेल्या अंकांत बदल करून बनवलेली जादुई चौरसाची बेरीज १३७ येते.

१७	०२	१९	९९
९४	२३	०८	१२
१०	१४	९२	२१
१६	९८	१८	०५

२. एक पंचकोनी चांदणी हात न उचलता काढा. शिरोबिंदूंना त, थ, द, ध, न अशी नावे द्या. पंचकोनाला य, र, ल, व, श असे नाव द्या. या आकृतीत किती कोन दिसतात?

उत्तर हात न उचलता काढलेली पंचकोनी चांदणी पुढीलप्रमाणे :-

- i) पंचकोनी चांदणीस ५ शिरोबिंदू आहेत.
- ii) या आकृतीत एकूण २५ कोन दिसतात.
- iii) या आकृतीत ५ त्रिकोण व एक पंचकोन तयार होतात. तसेच ५ बाह्यकोनही तयार होतात.
- iv) पंचकोनाच्या प्रत्येक शिरोबिंदूस दोन बाह्यकोन आहेत.

निष्कर्ष : दोन कोनांची सर्व नावे पुढीलप्रमाणे :- i) \angle त ; य त र ; \angle श त र ; \angle ध त र ; \angle य त ल ; \angle य त द ; \angle ध त द ; \angle ध त ल ; \angle श त द ; \angle श त ल.

ii) \angle थ ; \angle र थ ल ; \angle र थ व ; \angle र थ ध ; \angle य थ ल ; \angle य थ व ; \angle य थ ध ; \angle न थ ल ; \angle न थ व ; \angle न थ ध.

३. आपल्याला दोन नाकपुड्या आहेत. श्वसन करताना या दोन्हीचा वापर समप्रमाणात होतो का? हे तपासून पाहण्यासाठी चार दिवसात वेगवेगळ्या वेळी प्रयोग करा. त्याची रचना, निरीक्षणे आणि निष्कर्ष लिहा.

उत्तर आपल्या दोन्ही नाकपुड्यांचा श्वसन करण्यासाठी समप्रमाणात वापर होतो का? हे तपासून पाहण्यासाठी मी चार दिवसात वेगवेगळ्या वेळी प्रयोग केले.

रचना : प्रयोगांसाठी वेगवेगळ्या प्रकारच्या रचना कराव्या लागल्या. काही साधने लागली. अशा प्रकारे रचनेलाही विचारात घेऊन मी प्रयोग केले.

निरीक्षणे :-

- i) माझ्या असे निरीक्षणात आले की आपल्या दोन्ही नाकपुड्यांचा वापर समप्रमाणात होतोच असे नाही.
- ii) जरी शरीर किंवा श्वसनसंस्था निरोगी असली तरीही समप्रमाणात होत नाही.
- iii) सकाळच्या वेळेस उजवी नाकपुडी जास्त श्वसन करते तर रात्रीच्या वेळेस डावी नाकपुडी जास्त श्वसन करते.

अशा प्रकारे वेगवेगळ्या वेळी वेगवेगळ्या नाकपुड्या श्वसनाचे कमी-जास्त काम करतात, असे माझ्या निरीक्षणात आले.

४. दोन वेगळ्या धातूंच्या वस्तू (उदा. चमचा, पळी, अंगठी, ताटली इ.) च्या. त्यांना वीजवाहक तारांचे एक-एक टोक जोडा, दुसरे टोक एका एलईडी दिव्याला किंवा वीजमापकाला जोडा. दोन्ही वस्तूत अंतर ठेवून त्या पाण्यात बुडवा. वीज वाहते का? पाण्याऐवजी मीठ, साखर, सोडा, फिनाईल, लिंबूरस यांचे द्रावण वापरून प्रयोग करा. काय आढळते ते लिहा.

उत्तर मी प्रयोग करताना सर्व गोष्टींचे द्रावण घेतले. दोन धातूंच्या गोष्टी घेतल्या. (चमचा, अंगठी).

निरीक्षण :

i) वरील प्रयोगात मीठाचे द्रावण वापरले असता वीजनिर्मिती होत नाही आणि बल्ब/एलईडी दिवा प्रकाशात होत नाही.

ii) साखर, सोडा यांचे द्रावण घेतले तरी वीज वाहत नाही.

iii) लिंबूरस व फिनाईल यांचे द्रावण घेतले असता त्यातून वीज वाहते. म्हणजेच परिपथातील एलईडी दिवा प्रकाशित होतो. (या द्रावणात वीज निर्माण होते.)

निष्कर्ष : प्रयोगातून असे निष्पन्न होते की आम्लधर्मी पदार्थांचे द्रावण (लिंबूरस, फिनाईल) परिपथात वापरलेल्या धातू पदार्थांच्या साहाय्याने परिपथात वीज निर्मिती करू शकतात.

प्र. ८ विस्ताराने उत्तर लिहा (गुण २०)

मुळाक्षरे, शब्द, वाक्य, अलंकार हे भाषेचे घटक असतात तसे गणिताचे घटक कोणते? अंकगणित, बीजगणित असे गणिताचे प्रकार कोणते? शिवणकाम, स्वयंपाक, रंगकाम, चित्रकला, औषधोपचार, व्यापार, साफसफाई, वास्तूआरेखन, जैववैज्ञानिक संशोधन, आकाशनिरीक्षण करणाऱ्या व्यक्तींना कोणकोणत्या प्रकारच्या गणिताची गरज कशी आणि कधी पडते?

उत्तर गणिताचे घटक पुढीलप्रमाणे :

१) अंक, संख्या, गणिती चिन्हे, बीजगणितीय चिन्हे, समीकरणे, गणिती क्रिया (गुणाकार, भागाकार, बेरीज, वजाबाकी), भौमितिक आकृत्या.

२) गणिताचे प्रकार :- बीजगणित, अंकगणित, भूमिती, सांख्यिकी, संभाव्यता, निर्देशांक भूमिती, त्रिकोणमिती, कॅल्क्यूलस (कलनशास्त्र), महत्त्वमापन, नंबर थिअरी, ऑर्डर थिअरी, टॉपोलॉजी, कॉम्बीनेट्रिक्स, लॉजिकल मॅथमॅटिक्स, गणितीय पदार्थविज्ञान

- शिवणकाम : त्रिकोणमितीचा वापर होतो. लांबी, रूंदी मोजताना भूमितीचा वापर होतो. कापडाची गरज जाणण्यासाठी महत्त्वमापनाचा वापर होतो.
- स्वयंपाक : द्रव घेण्यासाठी धारकता या प्रमाणाचा वापर. पदार्थाचे आकार पदार्थास देण्यासाठी भूमितीची गरज असते. पदार्थास द्याव्या लागणाऱ्या ऊर्जेचे प्रमाण ठरवण्यासाठी गणितीय पदार्थविज्ञानाचा वापर होतो.
- रंगकाम :- रंगाचे प्रमाण विचारात घ्यावे लागते. क्षेत्रफळाचा विचार करून रंग लावावा लागतो.
- चित्रकला :- विविध आकृत्यांच्या रेखाटनासाठी भूमितीचा वापर होतो. लांबी, रूंदीचा विचार करण्यासाठी महत्त्वमापनाचा उपयोग होतो. वर्तुळ काढण्यासाठी वक्रभूमितीचा वापर होतो.
- औषधोपचार :- त्या औषधासाठी लागणाऱ्या घटकांचा विचार करताना गणिताची गरज पडते.
- व्यापार :- व्यापारात विविध व्यवहारांसाठी अंकगणिताचा व बीजगणिताची गणिताची गरज पडते. नफा-तोटा, शतमान, व्याज, कमिशन, सूट या गणितातील संकल्पनांचा प्रामुख्याने वापर होतो. मालाची आयात, प्रमाण त्यासाठी मोजमापाच्या साधनांचा वापर होतो.
- साफसफाई :- साफसफाईसाठी लागणाऱ्या रसायनांचे प्रमाण ठरविण्यासाठी गणिताची गरज पडते.
- वस्तुआरेखन :- वस्तुआरेखनासाठी भूमिती, महत्त्वमापन, निर्देशांक, भूमिती, त्रिकोणमिती या गणितीय शाखांचा उपयोग होतो. माल बोलावतांना, वस्तूंचे व्यवस्थापन, जागेचे नियोजन हे विचारात घेतांना गणिताची गरज पडते.
- जैवसंशोधन :- पेशींची मोजमापे घेणे, त्यासाठी लागणाऱ्या रसायनांचे प्रमाण ठरवण्यासाठी गणिताचा वापर होतो. मातृवृक्षापासून अलग केलेल्या पेशीची निरीक्षणे करणे, पेशींच्या वाढीसाठी तापमान निमंत्रित ठेवणे. पेशींच्या वाढीचे विश्लेषण करणे.
- आकाशनिरीक्षण :- आकाशाचे निरीक्षण करताना ताऱ्यांचे स्थान, कक्षा ठरविण्यासाठी त्रिकोणमितीचा वापर होतो. भूमितीचा वापर होतो. दुर्बिणी बनवताना महत्त्वमापन तसेच भूमिती या गणिताच्या शाखांचा उपयोग होतो.



‘सौर पुराण’ च्या निमित्ताने

श्रीनिवास पंडीत

तीन-चार महिन्यांपूर्वी ‘सौर पुराण’ प्रकाशित झाले. सौर ऊर्जेसारखा महत्त्वाचा विषय, अरविंद गुप्तासारखा लेखक अन् रेश्मा बर्वेनं काढलेली कल्पक चित्र, वेगळी मांडणी... पुस्तकाची भट्टी चांगली जमलेय असं आम्हाला तरी वाटतंय.

सौर पुराण एका ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ मित्रांना भेट दिलं. ते म्हणाले, “अरे, जरा आधी बोलायचं नाही का? मी आणखी काही गोष्टी सुचवल्या असत्या. उदा. आपल्या लडाखमध्ये भाजीपाला लावायची पद्धत. तिथं ते वाफा खोल, खड्ड्यासारख्या खणतात. रोपं उगवून वर आली की रोज संध्याकाळी ती गवताने झाकून टाकतात. सूर्य उगवताना ते गवत बाजूला घेतात. बरोबर आहे, लडाखसारख्या शून्याखाली तपमान असणाऱ्या ठिकाणी रोपं रात्री गारटून, मरूनच जातील. त्याला संरक्षण हवंच. गवतानं झाकल्यामुळे पानांनी सोडलेला कर्बवायू आतच अडकून राहणार. सकाळी तो मिळाल्यामुळे रोपांची वाढही चांगली होणार.

मग एका मित्रानं ते पुस्तक पाहिलं. तो सांगायला लागला, “नुकताच गुजरातमध्ये गेलो होतो. तिथल्या नर्मदा सरोवराच्या अनेक कालव्यांवर सोलर पॅनेल्स बसवल्यात. त्यामुळे वीजनिर्मिती तर होतेच, पण खालच्या पाण्याची बाष्पीभवनामुळे तूटही होत नाही.

काही दिवसांपूर्वी दिलीप कुलकर्णीच्या

(पर्यावरणवादी कार्यकर्ते-लेखक)दापोली जवळच्या घरी गेलो होतो. अंगणात नेहमीच्या सौर चुलीशेजारी विटांनी केलेलं कुंडासारखं बांधकाम दिसलं. दिलीपला विचारलं “हे काय?”

तो उत्तरला “सूर्यचूल. विटांनी बांधकाम करून घेतलं. त्याच्या आत भंगारमधले काळे पत्रे बसवले. (छपाईसाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्लेटस्) दोन्हीच्या मध्ये उष्णतारोधक म्हणून भाताचं तूस घातलं. वरती जुन्या सौरचुलीचं झाकण ठेवलं. झाली सौरचूल तयार.”

मी शंका विचारली, “पण वरचा आरसा? त्याचा कोन साधणं?”

तो म्हणाला, “आपल्या हवामानात त्याची गरजच नाही. आमच्या सौरचुलीचे आरसे कधीच फुटून गेलेत. आपल्या इथं कुठल्याही उघड्या, सावली नसणाऱ्या ठिकाणी किमान दोनतीन तास कडक सूर्यप्रकाश मिळतोच. तेवढा पुरेसा आहे.”

हे सांगायचा उद्देश म्हणजे, सौर-पर्यायी ऊर्जा हा अथांग विषय आहे. जगभरात त्यासंबंधी निरनिराळे प्रयोग चालले आहेत. ‘संदर्भ’च्या वाचकांना ते ठारूक असतील.

असे वेगवेगळे प्रयोग वा माहिती तुम्हाला असेल, तर ती अवश्य आम्हाला कळवा. सौरपुराणच्या पुढच्या आवृत्तीत त्याचा नक्की अंतर्भाव करू.

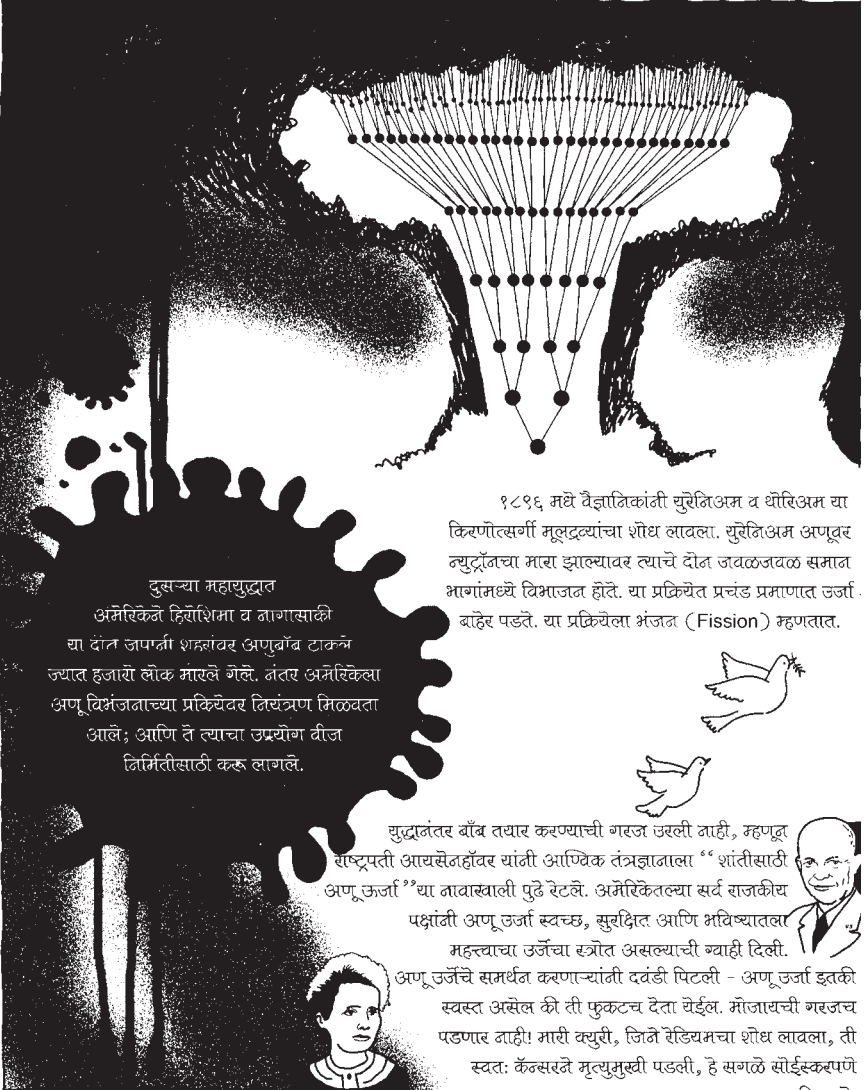
संपर्कासाठी : ऊर्जा प्रकाशन, बी४, संकुल, एरंडवणे, पुणे ०४ urjaprakashan@yahoo.co.in

सौरपुराण

लेखक : अरविंद गुप्ता

किंमत : रुपये ६०/-

‘सौर पुराण’ पुस्तकातील अंश



दुसऱ्या महायुद्धात
अमेरिकेने हिरोशिमा व नागासाकी
चा दांत जपानची शहरांवर अणुबॉम्ब टाकून
ज्यात हजारो लोक मारले गेले. नंतर अमेरिकेला
अणु विभंजनाच्या प्रक्रियेवर नियंत्रण मिळवता
आले; आणि ते त्याचा उपयोग वीज
निर्मितीसाठी करू लागले.

१८९६ मध्ये वैज्ञानिकांनी युरेनियम व थोरियम या
किरणोत्सर्गी मूलद्रव्यांचा शोध लावला. युरेनियम अणुवर
न्युट्रॉनचा मारा झाल्यावर त्याचे दोन जवळजवळ समान
भागांमध्ये विभाजन होते. या प्रक्रियेत प्रचंड प्रमाणात उर्जा
बाहेर पडते. या प्रक्रियेला भंजन (Fission) म्हणतात.



युद्धानंतर बॉंब तयार करण्याची गरज उरली नाही, म्हणून
राष्ट्रपती आयसेनहॉवर यांनी आण्विक तंत्रज्ञानाला “शांतीसाठी
अणू उर्जा” या नावाखाली पुढे रेटले. अमेरिकेतल्या सर्व राजकीय

पक्षांनी अणू उर्जा स्वच्छ, सुरक्षित आणि भविष्यातला
महत्त्वाचा उर्जेचा स्रोत असल्याची ग्वाही दिली.
अणू उर्जेचे समर्थन करणाऱ्यांनी दवंडी पिटली - अणू उर्जा इतकी
स्वस्त असेल की ती फुकटच देता येईल. मोजाखची गरजच
पडणार नाही! मारी क्युरी, जिने रेडियमचा शोध लावला, ती
स्वतः कॅन्सरने मृत्युमुखी पडली, हे सगळे सोईस्करपणे





अणूजर्जेचा शोध हा सुद्धाच्या संदर्भात लागला होता आणि बऱ्याच लोकांना अजूनही ती असुरक्षितच वाटते. सुबेनिअमचे खाणीतून उत्खनन करण्यापासून ते किरणोत्सर्गी कचऱ्याची विल्हेवाट लावण्यापर्यंतच्या संपूर्ण प्रक्रियेत किरणोत्सर्गाच्या फैलावाचा धोका असतो. अणूजर्जेच्या साम्राटांनी अनेक आश्वासने देऊनही जगात अनेक भीषण आण्विक दुर्घटना झाल्याच - धी माईल आयलंड (१९७९), चेर्नोबील (१९८५) आणि फुकुशिमा (२०११) या तीन दुर्घटनांमध्ये जे भयंकर किरणोत्सर्गाचे प्रदूषण झाले, त्यामुळे तिथले पर्यावरण व लोकांच्या आरोग्याचे अप्रतिम नुकसान झाले. हे प्रदूषण निपटून काढायला अनेक वर्षे लागली आणि अणुस्वीही लागतील.

गेल्या ४० वर्षांत अमेरिकेत अणूजर्जेवर चालणारा कुठलाही नवीन विद्युत प्रकल्प उभारला गेला नाही. फुकुशिमाच्या दुर्घटनेनंतर जर्मनीनेही हळूहळू आपले अणू प्रकल्प बंद करण्याचा निर्णय घेतला आहे. १९९८ मध्ये भारतात पोस्वरणामध्ये जी अणूचाचणी झाली, त्याची देशभरात फार प्रशंसा झाली. सगळ्या राजकीय पक्षांनी संसदेत त्याची मुक्त कंठानी स्तुती केली. सैनिकी देशात फोटो काढून घेण्यासाठी भारतीय वैज्ञानिकांमध्ये चढाओढ लागली.



करोडशा त्राळून प्रदूषण होते. हवेलीक कार्बनचे प्रमाण वाढते. शरीरतयूट परिसरामाकडे पृथ्वीवर दाममळ वायू वातावरणमधे रमून बसून मानव.

पोस्वरण अणूचाचणी विरूद्ध पहिला आवाज उठवला लॉरी बेकर या गांधीवादी वास्तुविशारदांनी. महात्मा गांधींनी वैज्ञानिकांनी त्यांच्या शोधांसाठी लावायच्या तीन कसोटीयांची त्यांनी आठवण करून दिली. त्या होत्या शोध अहिंसात्मक हवा, त्याचा पर्यावरणावर कुठलाही दुष्परिणाम नसावा आणि त्याचा गरिबांना फायदा असावा. गांधीवादी विज्ञानाच्या या तीनही कसोटीयांदर पोस्वरण अणूचाचणी अगदी अशशस्वी ठरली.



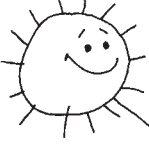
स्वनिज तेलांचे साठे संपत आले आहेत. इराक, अफगाणिस्तान आणि आता लिबियाच्या उरल्यासुरल्या तेल विहीरींवर कब्जा मिळविण्यासाठी युद्ध होत आहेत.



जलविद्युत प्रकल्पांसाठी उंच धरणे बांधावी लागतात. त्यामुळे मोठी लोकासंख्या विस्थापित होते. पर्यावरणाची हानी होते. आता वेळ आली आहे स्वच्छ उर्जा स्रोतांचा गंभीरपणे विचार करण्याची. पवन उर्जा व सौर उर्जा हेच भविष्यातले प्रमुख उर्जा स्रोत असायला हवेत.



सौर घट



अणूच्या केंद्रकाच्या बाहेर ऋण प्रभार असलेले इलेक्ट्रॉन फिरत असतात. जेव्हा काही इलेक्ट्रॉन मुक्त होऊन दुसऱ्या अणूकडे जाऊ लागतात, तेव्हा विजेचा प्रवाह सुरू होतो.

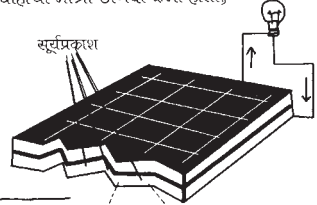
सूर्याच्या उष्णतेने पाणी गरम करून आपण इंधनाच्या वापरात फक्त थोडीच कपात करू शकू. पण जर सूर्यकिरणांपासून आपण वीजनिर्मिती करू शकलो, तर तो रद्दपच महत्त्वपूर्ण शोध ठरेल.



१८८९ मध्ये एडमंड बेक्रिगल या फ्रेंच वैज्ञानिकाने प्रकाशाला एकदम विजेत परिवर्तित करणारा फोटो व्होल्टाईक परिणाम शोधून काढला.

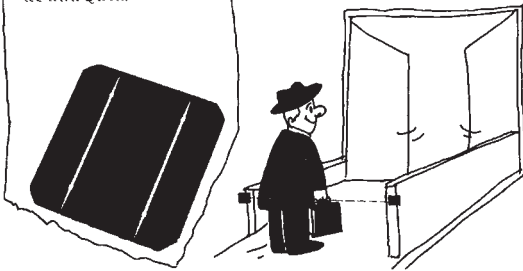
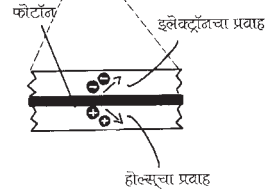
सूर्यप्रकाशाच्या उर्जेमुळे काही मूल्यद्रव्यांमधील इलेक्ट्रॉन बंधमुक्त होतात. अशा मूल्यद्रव्यांच्या सूर्यप्रकाशापासून विद्युत तयार करण्याच्या कामी उपयोग होऊ शकतो.

१८७३ मध्ये स्मिथ या रसायनशास्त्रज्ञाने जेव्हा सेलेनिअम (हा धातू तांब्याच्या स्वनिजामध्ये सापडतो.) या मूलद्रव्यावर प्रकाश पाडला, तेव्हा त्यातून वीजप्रवाह वाहू लागला. वीजप्रवाहाची मात्रा अगदी कमी होती, पण लगेच त्याचा एक उपयोगही शोधून काढला गेला. नंतर जवळ जवळ ५० वर्षांनी चार्ल्स फ्रिटस् या अमेरिकन संशोधकाने पहिला सौर घट तयार केला.

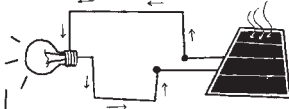


सेलेनिअमने बनविलेल्या पातळ चकत्यांवर सोन्याच्या पारदर्शक द्रव्याचा मुळामा चढवला गेला. जेव्हा या सेलवर प्रकाश टाकला गेला, तेव्हा सूर्याची १% उर्जा वीजेत परिवर्तित झाली.

एका उपकरणात सेलेनिअम विजेच्या डोळ्याचे काम करत असे. त्याच्यावर प्रकाश पडल्यावर एक क्षीण वीजप्रवाह तयार होई. नंतर एक रिले चालू होऊन मोठ्या प्रमाणात वीज प्रवाह सुरू होऊन एखादा दरवाजा बंद-उघड होऊ शके.



नंतर याच शोधावर आधारित फोटो मीटरचा शोध लागला. हे प्रकाशाच्या तीव्रतेच्या मापनाचे यंत्र होते.

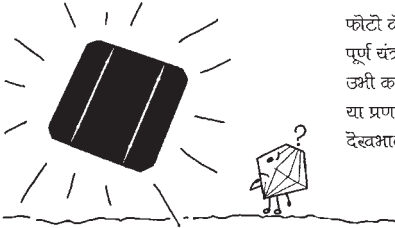


१९४७ मध्ये सेमी कंडक्टरचा शोध लागला. शुद्ध धातूमध्ये थोडे इतर धातू मिसळल्या ते बनवले जात. सेमी कंडक्टरच्या शोधामुळे ट्रान्झिस्टरचे युग अवतरले.



१९४५ मध्ये बेल प्रयोगशाळेतल्या वैज्ञानिकांना अपघाताने लागलेल्या शोधामुळे सौर-घटाच्या तंत्रज्ञानात क्रांती झाली. जेव्हा सिलिकॉन या धातूवर त्यांनी प्रकाश टाकला, तेव्हा त्याच्यात वीजेचा प्रवाह वाहू लागला. सिलिकॉनने तर ५% सूर्यप्रकाशाचे रूपांतर वीजेत केले. सेलॅनिअमच्या १% परिवर्तनापेक्षा हे जास्तच होते.

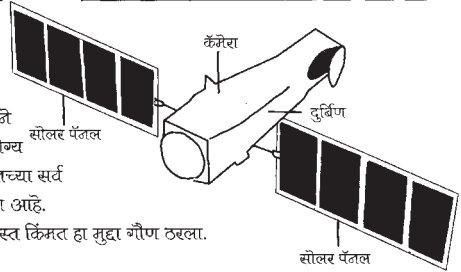
सिलिकॉन वाळू आणि दगडांमध्ये भरपूर प्रमाणात सापडतो. पण सिलिकॉन आणि ऑक्सिजनचा बंध तोडणे खूप कठीण असते. सिलिकॉनला आधी शुद्ध करावे लागते आणि मग त्याच्या अतिशय पातळ चकत्या बनवून त्यात इतर धातू मिसळावे लागतात. या सर्व प्रकियेमुळे तंत्रज्ञान खूप महागडे होते.



फोटो वॉल्टाईक प्रणालीमध्ये अनेक विभाग असतात, ज्यांना जोडून पूर्ण चंभ्रणा कमी वेळात उभी करता येते. वीजेची जरूरी असते तिथेच उभी करता येत असल्याने त्याला वीजेच्या खांब तारांची जरूरी नसते. या प्रणालीत कुठलेही हलणारे भाग नसल्याने तिच्या वापराचा आणि देखभालीचा खर्च खूप कमी असतो.

सौर घटांनी अवकाश स्पर्धा जिंकली

सौर ऊर्जा हा हौशी संशोधकांचा उद्योग आहे असे समजले जात होते, सुदैवाने तेव्हाच अमेरिका व रशिया यांच्यात अवकाश स्पर्धा सुरू झाली. अंतराळात जड बॅटच्या नेणे अशक्य होते. २४ तास सूर्यप्रकाश असल्याने सौर घट अंतराळात वीज तयार करण्याचा अगदी योग्य पर्याय ठरला. १९५७ नंतर वॅनगार्डपासून स्कायलॅबपर्यंतच्या सर्व अमेरिकन उपग्रहांना सोलर सेलनेच वीज पुरवठा झाला आहे. अंतराळात सोलर सेल फारच उपयुक्त ठरले. त्यांची जास्त किंमत हा मुद्दा गौण ठरला.



तेव्हा पृथ्वीवर मात्र वेगळे चित्र होते. तिथे त्यांची किंमत हा अडसर ठरला. तेल कंपन्यांच्या दबावामुळे अमेरिकन सरकारला सोलर सेल स्वस्त बनवण्यामध्ये कुठलीच रूची नव्हती. कोळशापासून बनलेली वीज प्रदूषणकारी असली, तरी फार स्वस्त होती. तोपर्यंत कार्बन डायऑक्साईडचे हवेतील प्रमाण व वैश्विक तापमान वाढ हे मुद्दे ऐरणीवर आले नव्हते. सौर उर्जेचे समर्थन करणारा, अणूऊर्जेला आव्हान देणारा वर्ग तेव्हा उदयाला आला नव्हता.



भारतात सरासरी ३०० दिवस सूर्यप्रकाश
असल्यामुळे त्याचा वापर होणे
आवश्यक आहे.

सौर उर्जेचे फायदे

भारतात ३०%
वीज दहना दरम्यानच
गहाळ होते किंवा चोरी
केली जाते. घरोघरी
सौर वीज तयार होऊन
तिथेच वापरली गेली,
तर ही हाानी थांबेल

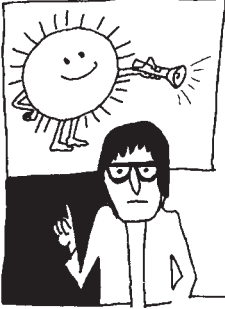


सौर उर्जा प्रदूषणमुक्त
आणि अक्षय आहे.
पर्यावरणाच्या रक्षणासाठी
त्याचे अन्नन्यसाधारण महत्त्व
आहे. सौर उर्जा गॅस किंवा कोळशासारखी
थ्रीन हाऊस वाचू, वैश्विक तापमान वाढ,
आम्लधर्मी पाऊस किंवा रासायनिक धुके
तयार करत नाही.



मोजक्या लोकांच्या
हाती सत्ता की जनतेचे
सबलीकरण ?

जर प्रत्येक झोपडीवर
सोलर पॅनल बसवले,
तर लोक सबल होतील.
सत्तेच्या
विकेंद्रीकरणाचे
गांधीजींचे स्वप्न
साकार होईल.



सुधारित सौर
तंत्रज्ञानाने सूर्याच्या
२०% उर्जेचे वीजेत
रूपांतर करता येते.



गावातील स्त्रियांना जळणाचे लाकूड
गोळा करण्यासाठी मैलीनमैल
पायपीट करावी लागते.

चुलीवर स्वयंपाक करताना धुरामुळे
स्त्रियांना श्वसनाचे अनेक आजार
होतात.

सौर चुलीवर शिजवलेले अन्न अधिक
पौष्टिक असते. कमी तापमानावर
आणि हळू शिजल्यामुळे त्यातील
पोषक घटक शाबूत राहतात.



सौर चुलीतले स्टाणे वारंवार
ढवळावे लागत नाही.
आत भांडे ठेऊन
आपण आपली इतर
कामे करू शकतो.

सौर चुलीवरचे पदार्थ जळणे तर जवळजवळ अशक्यच.

कोळशाच्या उत्खननानंतर खाणीच्या जागी खोल खड्डे आणि दऱ्या तयार होतात. तेलाच्या विहिरींना आग लागू शकते. जलविद्युत प्रकल्पांमुळे बऱ्याच लोकांना विस्थापित व्हावे लागते. अणू उर्जेत तर अगदी उत्खननापासूनच ते अणू कचऱ्याच्या विकडेवाटीपर्यंत किरणोत्सर्गाचा भयंकर धोका संभवतो. सौर आणि पवन उर्जा या सवर्षिका सुरक्षित आहेत. सौर उर्जेच्या वापराने आपल्याला एक संतुलित आणि शाश्वत जीवनशैली जगणे शक्य होईल. तिच्या वापराने हवामानातले बदल, संसाधनांचा अभाव अशा भविष्यातल्या संकटांचा सामना करणे शक्य होईल.



गॅस सिलिंडरसाठी मला ३ आठवडे वाट पाहावी लागते. रॉकेल मला काळ्या बाजारातून खरेदी करावी लागते. सौर चुलीवर मात्र मी दिनाखर्चात खाणे शिजवू शकतो.

सोलर पॅनलमध्ये हलणारे भाग नसल्यामुळे त्यांची झीज होत नाही. त्यामुळे त्यांचा देखरेखीचा खर्च नसतो. ते चालतातही वर्षानुवर्षे. परंपरागत वीज तयार करणाऱ्या प्रणालींपेक्षा सोलर पॅनलचा खर्च जास्त वाटतो. पण जर त्यांचे मोठ्या प्रमाणात उत्पादन झाले, तर हा खर्च उर्जेचा स्रोत नक्कीच स्वस्त होईल.

सौर तंत्रज्ञानाच्या वापराने स्थानिक लोकांना रोजगार मिळून आर्थिक सुस्थिती येईल. स्थानिक अर्थव्यवस्थाही बळकट होईल,



वीज प्रकल्पांपासून लांब असलेल्या दुर्गम गावांमध्येही सौर उर्जा संचयन बसवता येतील. लेह, लडाखसारख्या अतीदुर्गम भागातही सोलर पॅनलमुळे हजारो घरांमध्ये वीज पोहोचली आहे. वीजेचे खांब उभारणे, लांबच लांब तारा उभ्या करणे यांपेक्षा सोलर पॅनल बसवणे खूप सोपे व स्वस्त पडते.

सौर उर्जेच्या निर्मितीसाठी इंधनच लागत नसल्याने, कोळसा, तेल किंवा गॅसची वाहतूक करावी लागत नाही. शिवाय अणू उर्जेसारखा घातक किरणोत्सर्गी कचराही सौर उर्जेमुळे निर्माण होत नाही.

सौर उर्जेमुळे कार्बन डायऑक्साईड, नायट्रोजन ऑक्साईड, सल्फर डायऑक्साईड आणि पान्थासारखे हानिकारक घटक बाहेर पडत नसल्याने प्रदूषण होण्याचा धोका नसतो. परंपरागत वीज निर्मिती प्रकल्प फार प्रदूषणकारी आहेत.

२०४० पर्यंत जगातली निम्मी उर्जा पुर्नजीवी स्रोतांपासून मिळेल अशा तज्ज्ञांचा अंदाज आहे.



सौर उर्जेच्या वापराने अप्रत्यक्षपणे स्वस्थ आरोग्य ठेवण्याची स्वर्च कमी होतो.



सध्या जगातल्या २०० कोटी लोकांपर्यंत वीज पोचलेली नाही. त्यामुळे अंधारात जगण्याशिवाय त्यांना पर्याय नाही. सौर उर्जेबरोबर कमी उर्जेत जास्त प्रकाश देणाऱ्या एल. ई. डी. बल्बचा वापर करून आपण जगातल्या गरीबातल्या गरीब लोकांच्या जीवनात प्रकाश आणू शकतो.



जगातला साया कौटुंबी, नैसर्गिक दान्य आणि स्थितिज तेल कसे तयार झाले ?

सूर्यच तर या सान्या इंधनाचा निर्माता आहे! या सर्वचा उगम झाला करोडो वर्षांपूर्वी झाले आणि अन्ध सजीवांपासून. त्यांना तर सूर्यापासूनच उर्जा मिळाली होती.

सौर वॉटर हीटर्स आणि सोलर-पॅनल्स वापरून वीजेच्या बिनात कपात होईल. वीज भारतीयमनाच्या काळातही आपण त्यांचा उपयोग करू शकतो.



सौर उर्जेचा वापर सामान्यांच्या सबलीकरणाकडे नेणारा आहे. त्यामुळे इंधनाच्या आघातीवरचे व केंद्रीत उर्जा प्रकल्पांवरचे आपले अवलंबित्व कमी होईल. स्थानिक लोक एकत्र येतील आणि नैसर्गिक संकटांचा व आंतरराष्ट्रीय बहिष्कारांचा जास्त निर्धाराने सामना करू शकतील.



एका तासात जेवढा सूर्यप्रकाश पृथ्वीवर पडतो, तो जगातले सगळे लोक जेवढी वीज वर्षभर वापरतात, त्यापेक्षा कितीतरी जास्त असतो.



हे वाचल्यानंतर सूर्याच्या अमर्याद ऊर्जेचा सुयोग्य वापर केल्यास आपले जीवन अधिक सुखकर होईल, याबद्दल आपली खात्री पटली असेल. त्याकरता या सौरपुराणातील माहितीचा जास्तीत जास्त प्रचार, प्रसार करायला हवा. हे पुस्तक आपणही वाचा आणि आपल्या मुलांना, परिचितांना वाचायला द्या. पर्यावरण रक्षणाच्या दिशेने ते योग्य पाऊल ठरेल.

सूर्याचे चित्रण: ३ तास्य कि. मी. प्रती सेकंद या गतीने १४ कोटी कि. मी. सा प्रवास करून साधारण ८ मिनिटात पृथ्वीवर पोहचतात.

माशांसाठी शिड्या आणि घसरगुंड्या

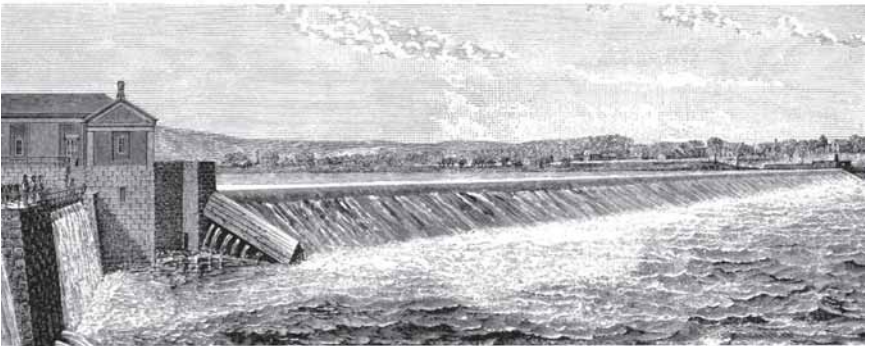
समुद्रात, नदीत, ओढ्यानाल्यात विविध प्रकारचे मासे असतात. त्यातले काही खाऱ्या पाण्यातले तर काही गोड्या पाण्यातले असतात. काही मासे अंडी घालण्यासाठी समुद्रातून नदीकडे तर काही मासे नदीकडून समुद्राकडे प्रवास करतात. ईल माशाची वंश सातत्यासाठीची सफर आम्ही संदर्भच्या ७२व्या अंकात दिली होती, ती आपल्याला आठवत असेल.

ईल मासे प्रजननसाठी नदीतून समुद्रात जातात आणि सामन मासे प्रजननासाठी समुद्रातून नदीकडे जातात. ईल मासे वाटेत येणाऱ्या सगळ्या अडचणी पार करून समुद्रापर्यंतचा प्रवास पूर्ण करतात कारण हा प्रवास त्यांच्या पुढील पिढ्या जिवंत ठेवण्यासाठी महत्त्वाचा आहे.

त्यांच्या मार्गातले बरेचसे अडथळे

मानवनिर्मित सुद्धा असतात. उदा. जगभरात नद्यांवर बांधलेले वेगवेगळे बांध आणि धरणे, त्यावर उभारलेली वीजनिर्मिती केंद्रे यामुळे ईल आणि सामन सारख्या माशांना योग्य स्थळी पोहोचण्यामध्ये अडथळे निर्माण होतात. अनेक मासे ते पार करू शकत नाहीत. यामुळे माशांच्या प्रजननावर परिणाम तर होतोच पण त्या विशिष्ट ठिकाणच्या निसर्गचक्रावरही त्याचा परिणाम होतो. माशांची संख्या मोठ्या प्रमाणावर कमी होते.

या सर्व समस्या लक्षात घेऊन अमेरिकेत शंभर वर्षांपूर्वी काही व्यवस्था करण्यात आली आहे. जिथे मोठमोठे बांध बंधारे आहेत, त्यांच्या कडेने माशांसाठी म्हणून विशेष मार्ग राखून ठेवलेत, खरं तर तयार केले गेले आहेत. त्या त्या ठिकाणच्या भौगोलिक परिस्थितीनुसार या मार्गाची रचना



वेगवेगळी असते. माशांना येण्याजाण्यासाठी ती सोईस्कर असेल आणि त्यांना कमीतकमी इजा पोहोचेल अशाप्रकारे केलेली असते. ज्या ठिकाणी बंधारा जास्त उंच असेल अशा ठिकाणी चक्क लिफ्टचाही उपयोग केलेला असतो. भरपूर मासे एकत्र झाले की ते दुसऱ्या बाजूला पोहोचवले जातात. एखाद्या मोटेमधून जसे विहिरीतले मासे वरती यावेत, तसे या लिफ्टमधून खोलातले मासे वरच्या बाजूला आणून सोडले जातात. उदा. मॅसाच्युसेट्स मधील होल्योक धरणावर लिफ्टमधून पाचशे माशांना उचलून जवळ जवळ ५० फूट उंच बांधावरून पलीकडे नेले जाते. हा झाला समुद्रातून नदीकडे उंचावर प्रवास करणाऱ्या माशांसाठीचा मार्ग. उलट जाणाऱ्या माशांसाठी वेगळी सोय असते. बंधान्याशेजारी एक उतरता रस्ता बनवलेला

असतो. लाकडे, दगड वापरून त्या रस्त्याची रचना नैसर्गिक वाटेल अशी ठेवण्याचा प्रयत्न असतो. उतार कमी ठेवून पाण्याचा वेगही नियंत्रित केला जातो. या घसरगुंडीवर मासे खाली-वर असे जाऊ/येऊ शकतात.

अशीच पद्धत कोलंबिया नदीवरील जॉन-डे बंधान्यावर वापरली आहे. या बंधान्यापाशी नदी आणि धरण यातील पातळीमध्ये जास्त फरक आहे म्हणून यामधे शिडीप्रमाणे रचना केलेली आहे. (चित्र कव्हर ३ वर पहा.) त्यावरून कायम पाणी वाहत असते. त्यामध्ये ठरावीक अंतरावर भिंती बांधलेल्या आहेत. त्यामुळे पाणी जोरात वाहून जात नाही. या शिडीवरून ईल मासे व्यवस्थितरित्या ये जा करू शकतात. या गोष्टी उपयुक्त ठरल्याचे माशांच्या वाढत्या संख्येवरून लक्षात आलेले आहे.



हिंदी संदर्भ

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी
रुपये १५०/- आहे.

पत्ता : एकलव्य, ई-१०, बीडीए कॉलनी,
शंकर नगर, शिवाजी नगर,
भोपाळ ४६२०१६ (म.प्र.)

शैक्षणिक
संदर्भ

- वार्षिक वर्गणी रु. २००/-
संदर्भ सोसायटीच्या नावे बँक ड्राफ्ट / मनिऑर्डरने पाठवावेत.
- आधीच्या वर्षाचे निवडक अंक उपलब्ध.
शाळा, ग्रंथालये आणि विज्ञान शिक्षकांसाठी
सवलतीच्या किंमतीत पाठवू.
- अंक १ ते २० यातील निवडक
दहा अंकांचा संच रु. १५०/-
- अंक २१ ते ४० यातील निवडक
दहा अंकांचा संच रु. २००/-
- अंक ४१ ते ६० यातील प्रत्येक वर्षाचा
सहा अंकाचा संच प्रत्येकी रु. १५०/-

हे संच पोस्टाने पाठवण्याचा खर्च संदर्भ सोसायटी करेल.
त्वरित मागणी नोंदवावी.

नमुना अंकासाठी संदर्भची वेबसाईट पहावी.
www.sandarbhociety.org

-
- संदर्भ, १) द्वारा पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,
संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.
- २) द्वारा समुचित एन्हायरोटेक प्रा.लि.
फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क को. ऑप. हौसिंग सोसायटी, निर्मिती शोरूमच्या मागे,
अभिनव शाळेशेजारी, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४
फोन : २५४६०१३८ वेळ : १२.३० ते ४.

आमची संग्राह्य पुस्तके



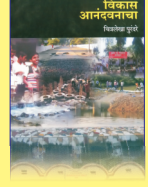
शांतारामा



ज्वाला आणि फुले



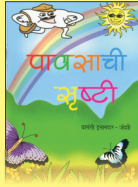
माती जागवील त्याला मत



विकास आनंदवनाचा



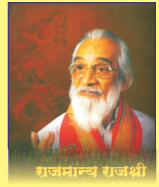
गांधीगिरी



पावसाची सृष्टी



निरंकुशाची रोजनिशी



राजमान्य राजश्री



लग्नीवगणनी



मी आणि माझ्या भूमिका



आधी बीज एकले



आठव मैफलींचा



मोठी माणसं



एक होतं माकड



इस्पिकची राणी

४० ४० ४० ४० ४० कोणत्याही पुस्तकासाठी संपर्क 'साधा' ०३ ०३ ०३ ०३ ०३



रसिक साहित्य प्रा. लि. ☎ : ०२०-२४४५११२९

email : rasiksahitya@vsnl.com | www.erasik.com



कोलंबिया नदीवरील जॉन डे बंधाऱ्यावर प्रजनासाठी नदीतून समुद्रात आणि समुद्रातून नदीत जा-ये करणाऱ्या माशांना सोईचे व्हावे म्हणून चक्क घसरणुड्या आणि शिड्या बांधल्या आहेत. लेख वाचा पान ७७ वर.



ढगांचं वजन कसं सांगणार? नुसत्या हवेच्या झोताने इकडून तिकडे जाणारा ढग खूप हलका असला पाहिजे. पण त्याच ढगातून जेव्हा मुसळधार पाऊस पडतो तेव्हा वाटतं की ढग खूपच जड असला पाहिजे. कसं करतात ढगाचं वजन? जाणून घेऊया.

पान - ३.

जगात सर्वात प्रथम वनस्पती पाण्यात निर्माण झाल्या. पण आज आपण पाहतो की जमिनीवर खूप मोठ्या, आकारात, प्रकारात आणि बहुसंख्येने वनस्पती वाढतात. हा बदल का आणि कसा झाला असेल?

पान - ७

अगदी प्राचीन काळापासून मानव मातीची भांडी वापरत आला आहे. सुरुवातीला फक्त अन्न शिजवण्यासाठी उपयोगात आणलेल्या मातीच्या भांड्यांनी विविध आकार, प्रकार आणि रूपं धारण केली. मातीची भांडी बनवण्याच्या या कलेबद्दल जाणून घेऊया.

पान - २४.

अवर्षण, अनियमित पावसामुळे दुष्काळाचं संकट निर्माण होतं. याला तोंड देण्यासाठी कृत्रिम पाऊस पाडण्याचे प्रयोग जगभर केले जातात. हा कृत्रिम पाऊस कसा पाडतात हे जाणून घेण्यासाठी वाचा हा लेख.

पान - ३३.