

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक २५

ऑक्टोबर - नोव्हेंबर ०३



शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

विश्वस्त :

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

सहाय्य :

रमाकांत धनोकर, ज्योती देशपांडे,
यशश्री पुणेकर,

अक्षरजुळणी :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ आणि कीटकांची छायाचित्रे :

डॉ. पुरुषोत्तम जोशी

छपाई : पूनम प्रिटींग प्रेस

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

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक २५

ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २००३

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

दूरध्वनी : ५४६१२६५

ई-मेल : pryd@indiatimes.com

पोस्टेजसहित

वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-

या अंकाच्या मुखपृष्ठावरती असलेला वरच्या बाजूचा फुलपाखराच्या अळीचा लोश तुम्ही सहज ओळखाल. पण त्याखाली घोसाळ्याच्या जाळीसारखा दिसतोय तो लोश नसून 'खंडोबाचा घोडा' या कीटकाची अंडीधारिका आहे. अर्थात तिचा आकार प्रत्यक्षात यापेक्षा लहान असतो आणि प्रत्येक स्तरामध्ये एक अंडे असते.

त्याखाली दिसणारा रंगीत नाकतोडा कुमारावस्थेत आहे. त्याचे छोटे पंख अजून वाढणार आहेत. हे नाकतोडे रुईवर आढळतात. त्याखाली चेहऱ्यासारखा दिसणारा पान ढेकण्या आहे.

मागच्या बाजूला असलेल्या फुलपाखराच्या आणि ससाणी पतंगाच्या मध्ये आहे बिनपंखाचे झुरळ. जमिनीवर वाळलेल्या पाचोळ्यात ते सापडते. खालच्या बाजूला आहेत, आंब्याचं खोड पोखरणान्या ठिपकेवाल्या भुंगेच्याच्या अळ्या.

अनुक्रमणिका

१७३४ पत्राचारामधी

१७३४ पत्राचारामधी १७३४ पत्राचारामधी

शैक्षणिक संदर्भ अंक - २५

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००३

१७३४ पत्राचारामधी १७३४ पत्राचारामधी

● मिनामाटाचा धडा ३

१७३४ पत्राचारामधी १७३४ पत्राचारामधी

● कोडीच कोडी ८

१७३४ पत्राचारामधी १७३४ पत्राचारामधी

● तौबा ! ये मतवाली चाल ११

१७३४ पत्राचारामधी १७३४ पत्राचारामधी

● खेळ मांडियेला गणिताच्यासाठी २०



विद्युतधारा : अडथळ्यांची शर्यत २९

● अॅडम आणि इव्हचा शोध ३३

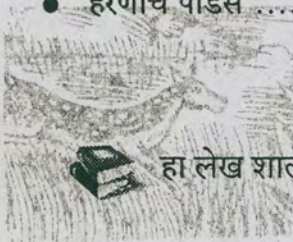
● अॅन्टाइने लॉरेंट लॅव्हॉजिए ४१

● अवकाश प्रवास काल, आज आणि उद्या ४७

● विज्ञान कसे आणि का ? ५६

● कीटक निरीक्षकांचा सोबती ६०

● हरणाचं पाडस ७१



हा लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहे.

मिनामाटाचा धडा३

जपानमधल्या 'मिनामाटा बे' नावाच्या बेटावर बऱ्याच जणांना अचानक एका विचित्र रोगाची लागण झाली. त्याचं कारण कोणतेही जीवाणू. विषाणू नव्हते, तर 'माणूस'च होता.



तोबा ! ये मतवाली चाल११

सापाला पाय नसतात पण तरीही तो केवढ्या वेगाने जातो ! तुम्हाला माहिती आहे का साप नक्की कसा चालतो ? वेगवेगळ्या ठिकाणी राहणारे साप एकसारखे चालतात का धावतात-पळतात सुद्धा ?

खेळ मांडियेला गणिताच्यासाठी२०

कोणतेही नियम फक्त उदाहरणे देऊन सिद्ध करता येत नाहीत तर त्याची सिद्धताही द्यावी लागते. ज्याला ही सिद्धता मांडता येते तो गणिती बनू शकतो. तुम्हाला गणिती बनायचंय ? मग हा लेख नक्कीच वाचायला हवा.



अवकाश प्रवास४७

१७ डिसेंबर १९०३ रोजी राईट बंधूंनी हवेपेक्षा जड असणाऱ्या, इंजिन बसविलेल्या विमानाचे यशस्वी उड्डाण केले आणि पुढच्या १०० वर्षांत वैमानिक युगाचा खऱ्या अर्थाने विकास झाला. त्याचा आढावा घेणारा लेख.

हरणाचं पाडस.....७१

छोट्या ग्रिशूकला हवं होतं एक छोटंसं हरणाचं पाडस. त्याने हट्टच केला आजोबांकडे. आजोबा शिकारील गेले तेव्हा त्यांना अगदी हवं तस्सं पाडस दिसलं सुद्धा...



मिनामाटाचा धडा



लेखक : सुसी वर्गीस • अनुवाद : प्रियदर्शिनी कर्वे

सर्वात जड आणि द्रवरूप धातू, सांडला तर हाताने गोळा करता येत नाही. त्याचे मिश्रधातू आणि संयुगे अनेक ठिकाणी उपयोगी पडतात पण तो तितकाच घातकही ठरू शकतो - कोणता बरं ?

आज आपलं आयुष्य अनेक तांत्रिक उपकरणांनी व्यापून टाकलं आहे. विजेचे दिवे, टेलिफोन, टी.व्ही. रेडिओ, संगणक, स्वयंचलित वाहनं, आणि घरगुती वापराची इतर अनेक उपकरणं, यामुळे आपलं दैनंदिन आयुष्य पूर्वीपेक्षा जास्त सुकर झालं आहे. अर्थात या सुखसोयींसाठी आपल्याला बरेच पैसेही खर्च करावे लागतात. बरेचदा या सुखसोयींशी काही गैरसोयीही निगडित असतात. मात्र आपल्याला त्या दिसत नाहीत. उदाहरण म्हणून आपण पारा या मूलद्रव्याचा विचार करू.

पारा, एक धातू

प्राचीन काळात चिनी व भारतीय लोकांना पारा माहीत होता. ३५०० वर्षे जुन्या

इजिप्शियन थडग्यांमध्येही पारा सापडला आहे. पारा निसर्गात शुद्ध स्वरूपात सापडत नाही, तर सिन्नाबार (पाऱ्याचे सल्फाईड, HgS) या खनिजापासून मिळवला जातो. जगात वापरल्या जाणाऱ्या एकूण पाऱ्यापैकी ५०% पारा स्पेन व इटलीत तयार होतो.

पाऱ्याचा उत्कलनबिंदू बराच जास्त, ३५७ अंश से. इतका आहे. (पाण्याचा उत्कलन बिंदू १०० अंश से. आहे.) त्याची घनताही जास्त, १३.५ ग्रॅ./घन सें.मी. इतकी आहे. सामान्य तपमानाला पारा द्रवरूपात असतो.

पाऱ्याचे उपयोग

तापमापक, दाबमापक अशी उपकरणे बनवण्यासाठी पाऱ्याचा वापर होतो.

रस्त्यावरचे दिवे, घरातील पलुरोसंट ट्यूबलाइट आणि जाहिरातींसाठी वापरलेल्या दिव्यांमध्ये पाऱ्याच्या बाष्पाचा वापर होतो. सोने, चांदी, जस्त आणि कॅडमिअम यांच्या बरोबर पाऱ्याचे मिश्रधातू बनतात. या मिश्रधातूंना अमाल्गम (amalgum) म्हणतात. सोऱ्याच्या खनिजापासून सोने वेगळे काढण्यासाठी त्याच्या अमाल्गमचा वापर करतात. चांदीचे अमाल्गम किडलेल्या दातांत भरण्याचे 'सिमेंट' म्हणून वापरतात. बॅटरी सेल जास्त टिकण्यासाठी (जस्त व कॅडमिअसह) पारा वापरला जातो.

इतर मूलद्रव्यांबरोबरही पाऱ्याची उपयुक्त संयुगे तयार होतात. मर्क्युरिक क्लोराइड (Hg_2Cl_2) हा एक अतिशय विषारी क्षार आहे. एकेकाळी जखमा निर्जंतुक करण्यासाठी त्याचा वापर होत असे. मर्क्युरस क्लोराइड ($HgCl_2$) किंवा कॅलोमेल हे एक जीवाणूनाशक आहे. कांती उजळ बनवण्याचा दावा करणाऱ्या काही सौंदर्य प्रसाधनांमध्येही कॅलोमेलचा वापर होतो. व्हरमिलिऑन हे रक्तवर्णी रंगद्रव्य बनवण्यासाठी मर्क्युरिक सल्फाइड (HgS) वापरतात. पाऱ्याचे विद्युतघट बनवण्यासाठी मर्क्युरिक ऑक्साइड (HgO) वापरतात.

आतापर्यंत आपण पारा व त्याच्याशी संबंधित तंत्रज्ञानाची उपयुक्तता पाहिली. आता मी तुम्हाला एक गोष्ट सांगणार आहे.

अकिको व मिनामाटा बे

१९६० च्या दशकात जपानमधल्या 'मिनामाटा बे' नावाच्या ठिकाणी अकिको नावाची एक दहा वर्षांची मुलगी रहात होती. अकिकोचं कुटुंब मासेमारीचा व्यवसाय करत होतं. मिनामाटा ही सागरकिनार्यावरची वस्ती. तिथे भरपूर मासे मिळत. तिथल्या अनेकांचं हे उदरनिर्वाहाचं साधन होतं.

अकिको ही तुमच्यासारखीच उत्साही मुलगी होती. सागरकिनारी रहाणाऱ्या इतर लोकांप्रमाणेच तिच्याही दैनंदिन आहाराचा मासे हा एक महत्त्वाचा भाग होता.

एक दिवस अकिको आजारी पडली आणि उपचारांसाठी तिला इस्पितळात नेण्यात आलं. तशीच लक्षणं दिसणारे बरेच लोक त्या इस्पितळात आलेले होते. बऱ्याच संशोधन आणि वैद्यकीय तपासण्यांनंतर अकिको आणि इतर लोकांना पाऱ्याची विषबाधा झाल्याचं निदान करण्यात आलं.

पण अकिकोला ही विषबाधा झाली कशी? हे शोधून काढण्यासाठी डॉक्टरांना हेरगिरी करावी लागली. तोपर्यंत पाऱ्यामुळे अप्रत्यक्षरित्या विषबाधा होऊ शकते, हेच कुणाला माहीत नव्हतं.

मिनामाटा व्याधी

पाऱ्याच्या खाणीत काम करणाऱ्या कामगारांत मृत्यूचं प्रमाण जास्त असतं हे फार पूर्वीच्या काळात लक्षात आलेलं होतं. पाऱ्याचे एक संयुग, मिथाइल मर्क्युरी, शरीरात शिरले तर

दोनशे वर्षांपूर्वी मिखाईल लोमोनोसोवने धातूबाबत एक साधी सोपी व सुस्पष्ट व्याख्या केली होती. घनरूप असणारे, प्रसरणशील व चकाकणारे पदार्थ म्हणजे धातू होत. 'आपल्या नित्याच्या पाहण्यात वा परिचित अशा लोखंड, अॅल्युमिनिअम, तांबे, सोने, रूपे, शिसे, कथील आणि इतर धातूबाबत ही व्याख्या अगदी चपखल ठरते. पण अपवादावाचून नियम सिद्ध होत नाही. त्यानुसार ऐंशीएक धातूंपैकी एक धातू सर्वसाधारण तपमानात चक्र द्रवरूप स्थितीत असतो. तो म्हणजे पारा. अगदी गोठविणाऱ्या तपमानातदेखील पारा द्रवरूप राहतो व केवळ उणे ३८.९ अंशांस घनरूप बनतो.

पहिल्यांदा १७५९ मध्ये पारा प्रथमच गोठविण्यात आला. या स्थितीत हा धातू शिशाप्रमाणेच रूपेरी-निळसर भासतो. हातोड्याचा आकार असणाऱ्या साच्यात पारा ओतला व झटदिशी थंड करून त्यास घनरूप दिले तर तयार होणाऱ्या हातोड्याने लाकडात खिळा टोकता येईल. मात्र हे काम जलद केले पाहिजे. अन्यथा हातोडा तो वापरणाऱ्याच्या हातातच वितळून जाईल.

सर्व द्रवपदार्थात पारा अत्यधिक जड असून त्याची घनता दर घन सें.मी. ला १३.६ ग्रॅम भरते. याचा अर्थ असा की १ लिटर पारा असलेली बाटली, एका बादलीभरे पाण्याइतपत वजनदार ठरेल.

अगदी इतिहासपूर्व कालापासून माणसाचा पाऱ्याशी संबंध आलेला दिसतो. अॅरिस्टॉटल, थिओफॅस्टस, थोरला प्लिनी, व्हिट्टूव्हिअम आणि इतर प्राचीन शास्त्रज्ञ यांच्या लिखाणात पाऱ्याचे उल्लेख सापडतात. पाऱ्याचे लॅटिन भाषेतील नाव 'हायड्रार्जिअम' (रूपेरी पाणी किंवा प्रवाही रूपे) असे असून ते ख्रिस्तोत्तर पहिल्या शतकात झालेल्या डायोस्कोरिडेस या ग्रीक वैद्याने ठेवले. पाऱ्याची अनेक संयुगे वैद्यकक्षेत्रात विस्तृत प्रमाणात वापरली जातात. मर्क्युरिक क्लोराईडच्या (करोझिव्ह सब्लिमेट) अंगी जंतुनाशक गुणधर्म आहेत, कॅलोमेल ऊर्फ मर्क्युरस क्लोराईड रेचक म्हणून वापरता येते; मर्क्युरस हे संयुग मूत्रल असते.

चेतासंस्थेवर परिणाम होतो. बधिरपणा, हात पाय थरथरणे, थकवा, कानात घटानाद झाल्यासारखे वाटणे, दृष्टिक्षेत्र कमी होणे, ऐकू कमी येणे, बोलणे अस्पष्ट होणे, हालचाली विचित्र होणे, अशी त्याची काही लक्षणां दिसतात. या लक्षणांना डॉक्टरांनी 'मिनामाटा व्याधी' असे नाव दिले. अर्थात हा काही

कोणत्याही जीवाणू किंवा विषाणूमुळे होणारा रोग नाही. या मिनामाटा व्याधीचे सुरुवातीचे काही रुग्ण वेडे झाले, त्यांची शुद्ध हरपली आणि रोगाची लागण झाल्यापासून महिन्याभरात त्यांना मृत्यू आला. काही रुग्णांमध्ये दीर्घकालीन अशी काही लक्षणे दिसली. उदा. डोकेदुखी, सतत थकवा

वाटणे, चव आणि वासाच्या संवेदना नष्ट होणे, विस्मरण इत्यादी. ही लक्षणं वरकरणी दिसली नाहीत तरी दैनंदिन आयुष्य खडतर बनवतात. गरोदरपणी प्रदूषित मासे खाल्लेल्या स्त्रियांची मुलं जन्मतःच मिनामाटा व्याधीने ग्रस्त होती. या व्याधीवर कोणताही उपाय नाही, ही सर्वात दुर्दैवाची गोष्ट आहे.



पारा शरीरात शिरला कसा ?

अकिकोच्या शरीरात पारा शिरला कसा, ते आता पाहू. पर्सिस्टंट बायो-अक्युम्युलेटिव्ह टॉक्सिन्स (PBT) या नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या धोकादायक रसायनांमध्ये पाऱ्याचा समावेश होतो. 'पर्सिस्टंट' या शब्दाचा अर्थ एकाच जागी बराच काळ टिकून राहणारा. 'बायो-अक्युम्युलेटिव्ह' म्हणजे अन्नावाटे पारा शरीरात आला तर तो बाहेर टाकला न जाता शरीरातील त्याचे प्रमाण वाढत जाऊ शकते. 'टॉक्सिन' म्हणजे विष.

पाऱ्यामुळे नद्या, तळी तसेच वातावरण प्रदूषित होऊ शकते. मिथाइल मर्क्युरी या स्वरूपात रूपांतरित झाल्यावर तो अधिकच विषारी बनतो. पाण्यात मिसळलेल्या पाऱ्यावर काही सूक्ष्मजीवांची प्रक्रिया होऊन मिथाइल मर्क्युरी तयार होते. हे एक अतिशय स्थिर-सहज विघटन न होणारे - संयुग आहे.

प्राणघातक साखळी

चिखलात किंवा तळ्यात अथवा पाणथळ जागी पाण्यातील मिथाइल मर्क्युरी लहान

लहान प्राण्यांकडून ग्रहण केलं जातं. अशा रीतीने कीटक आणि इतर लहान जीवांच्या शरीरातील पाऱ्याचं प्रमाण वाढतं. अशा प्राण्यांचे भक्षण करणाऱ्या माशांमध्ये साठलेल्या पाऱ्याचं प्रमाण आणखीच जास्त असतं. मासे खाणाऱ्या प्राण्यांच्या (आणि माणसांच्या) शरीरात हे प्रमाण आणखी वाढतं. सजीवांमध्ये होणाऱ्या या साठवणुकीलाच बायो - अक्युम्युलेशन (जैव साठवणूक) म्हणतात.

पाऱ्याच्या विषबाधेचे परिणाम

लहानग्या अकिकोला पाऱ्याची विषबाधा कशी झाली, हे आता तुम्हाला कळलं असेल. पारा थेट मध्यवर्ती चैतासंस्थेवरच हल्ला करतो. यामुळे लहान मुलांच्या शिकण्याच्या, स्मरणाच्या आणि लक्ष एकाग्र करण्याच्या कुवतीवर अनिष्ट परिणाम होतो. पाऱ्याच्या या हानीकारक परिणामांचा सर्वात जास्त फटका लहान बाळांच्या विकसित होत असलेल्या मेंदूना बसतो.

पान्याचा प्राण्यांच्या, विशेषतः मासे खाणाऱ्या पक्षी व सस्तन प्राण्यांच्या, आरोग्य व पुनरुत्पादनावर अनिष्ट परिणाम होतो. आपण वापर करून फेकून दिलेला पारा व त्याची संयुगे पर्यावरणातून कधीच नष्ट होत नाहीत.

पारा शरीरात श्वसनावेष्टे, अन्नातून आणि त्वचेवाटेही शिरू शकतो. पान्याच्या कायम सान्निध्यात राहिल्यास तो शरीरात जमा होऊ लागतो. याची परिणती शेवटी तीव्र आजारात किंवा मृत्यूत होते. आपल्या हातून पान्याचा तापमापक फुटला, किंवा अशा इतर काही कारणाने पान्याचा हवेशी संपर्क आला, तर त्याचे हळूहळू बाष्पीभवन होते, व तो हवेत मिसळून जातो. आपण श्वासोच्छ्वास करतो, तेव्हा हवेतला हा पारा आपल्या शरीरात शिरू शकतो.

पारा आला कुठून ?

या रहस्यकथेतला पुढचा प्रश्न म्हणजे, मिनामाटा बेच्या समुद्रात पारा आला कुठून ? मिनामाटा हे शिरानुई समुद्रकाठचं एक छोटंसं गाव आहे, आणि या गावाचा समुद्रकिनारा म्हणजेच मिनामाटा बे. जपानमधील कुकामोटो गावात पेट्रोकेमिकल्स व प्लास्टिक्स बनवणारी चिस्सो कॉर्पोरेशन ही कंपनी होती. ॲसिटाल्डेहाइड हे रसायन बनवण्यासाठी ही कंपनी पान्याचा वापर उत्प्रेरक (catalyst) म्हणून करत असे. १९३२ ते १९६८ या

कालावधीत चिस्सो कॉर्पोरेशन या कंपनीने मिनामाटाच्या किनाऱ्यालगत समुद्रात सुमारे २७ टन पान्याची संयुगे फेकून दिली होती.

याच समुद्रात पकडल्या जाणाऱ्या माशांचा ज्या लोकांच्या दैनंदिन आहारात समावेश होता, अशा हजारो लोकांना मिथाइल मर्क्युरीच्या विषबाधेने ग्रासले. या दुःखद घटनेनंतर स्थानिक मिनामाटा बेचे शुद्धिकरण करायला सरकारला १४ वर्षे लागली. आणि २०० कोटी रु. खर्च आला.

भारतातील परिस्थिती

भारतातही अलिकडे हिंदुस्थान लिव्हर कंपनीला कोडाइकनालजवळच्या वनक्षेत्राचे शुद्धिकरण करण्यास सांगण्यात आले आहे. त्यांच्या तापमोपक बनवणाऱ्या कारखान्यातील पान्याचा कचरा त्यांनी या भागात फेकून दिल्याचे आढळल्यावर ही कारवाई करण्यात आली आहे.

आपणही वापर झाल्यानंतर लक्षावधी ट्यूबलाइट, दिवे, तापमापक इ. फेकून देतो. हा सर्व पारा कुठे जात असेल, याचा तुम्ही कधी विचार केला आहे का ?

स्रोत : 'जंतर मंतर' सप्टें. ऑक्टो २००३



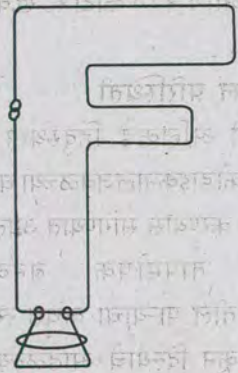
लेखक : सुसी वर्गास, आय.आय.टी.मद्रास, चेन्नई
अनुवाद : प्रियदर्शिनी कर्वे, श्रीमती काशीबाई नवले
कॉलेज ऑफ इंजिनियरिंग (फॉर गर्ल्स) मध्ये
भौतिकशास्त्र शिकवतात. आरती संस्थेतील
संशोधनात सहभाग.

कोडीच कोडी

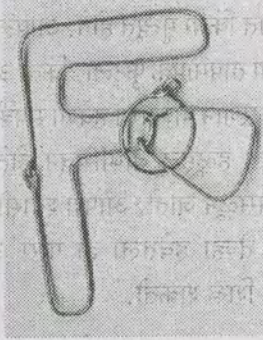
डॉ. बी. आर. मराठे

दिवाळीच्या सुट्टीत तुम्ही मागच्या अंकातील कोडी बनवून पाहिलीच असतील. ती तुम्हाला सुटली असली तर छानच ! पण जर सोडवता आली नसली तर त्याची उत्तरे येथे दिली आहेत. पण त्यापूर्वी काही नवीन कोडीही सोडवायला देत आहोत. तारेपासून कोडी कशी बनवायची याचा अंदाज तुम्हाला आता आलाच असेल. तेव्हा ही नवीन कोडीही बनवा व सोडवायचा प्रयत्न करा.

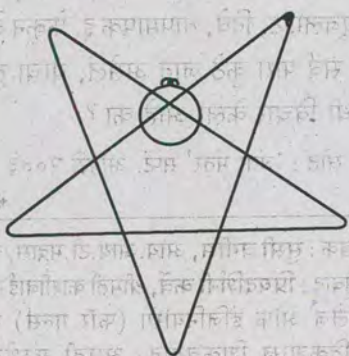
कोडे ७ व ८ मध्ये रिंग बाहेर काढा.



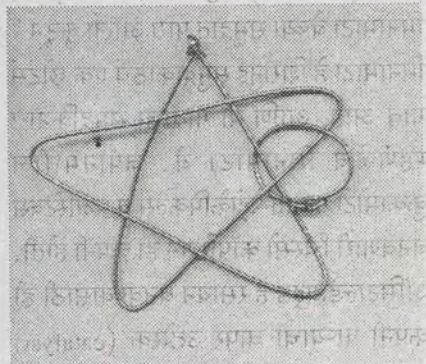
कोडे ७



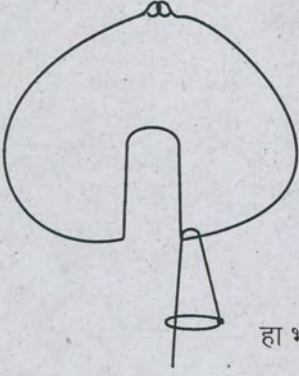
कोडे ८



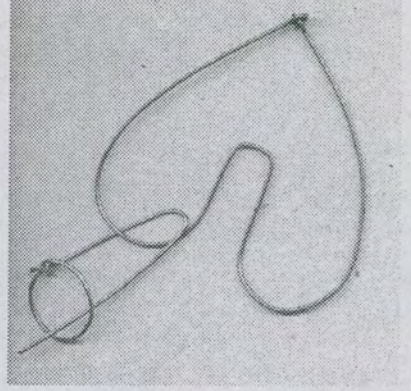
कोडे ८



कोडे ९

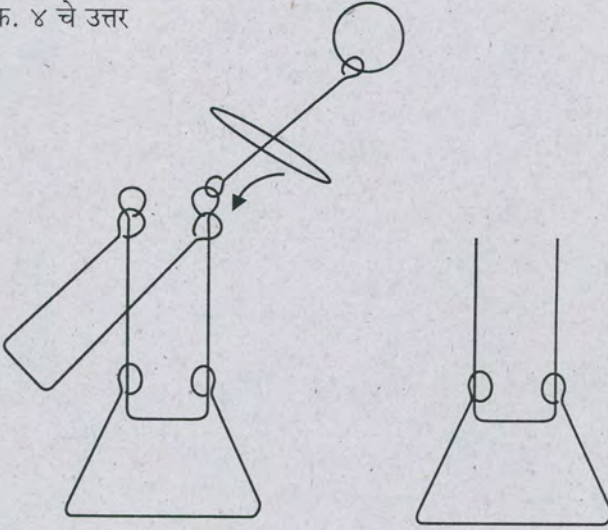


हा भाग बाहेर काढा.



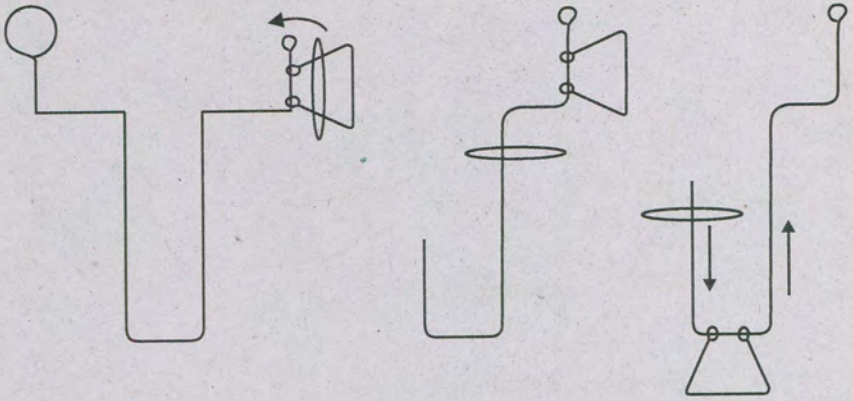
मागील अंकात दिलेली कोडी सोडविण्यासाठी संक्षिप्त सूचना

कोडे क्र. ४ चे उत्तर



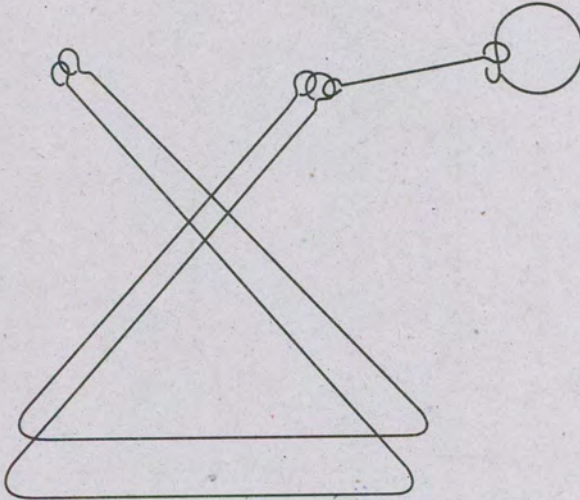
असे केल्यामुळे याचा अडथळा होणार नाही.
कोडे जोडाच्या ठिकाणी वाकवून रिंग एका
जोडातून दुसऱ्या जोडाकडे नेल्यास ती बाहेर
पडते.

कोडे क्र. ५ चे उत्तर



वरीलप्रमाणे करा. रिंग बाहेर येईल

कोडे क्र. ६ चे उत्तर



चित्रात दाखविल्याप्रमाणे दोन भाग एकमेकात असे गुंतवा की
रिंगला बाहेर येण्यास आडकाठी येणार नाही.

डॉ. बी. आर. मराठे



तोंबा ! ये मतवाली चाल

लेखक : मुकेश इंगळे • अनुवाद : यशश्री पुणेकर

आपल्याला नागसापांच्या इतक्या तऱ्हेतऱ्हेच्या गोष्टी ऐकायला मिळतात पण त्यामानाने त्यांच्या बदलची माहिती मात्र फारशी नसते. सापांचं जीवनमान, त्यांचं अन्न, कोणत्या तापमानात आणि वातावरणात तो राहू शकतो, जीभ का वळवळते, तो कात का टाकतो, आपलं भक्ष्य गिळूनच का टाकतो? हे सगळे प्रश्न आपल्या मनात सापाबद्दल कुतूहल निर्माण करतात पण नागसापांच्या बदल मनात एक भीती ही असते त्यामुळे या सर्वांची उत्तरे शोधण्याचा फारसा प्रयत्न केला जात नाही.

यावेळी आपण सापाचं चालणं बघू या. सापाला पाय नसतात पण तरीही ते वेगाने जातात. उदाहरणार्थ धामीणीसारखे साप तर इतके वेगात जातात की आपण चकीत होतो. काही साप पाण्यात पोहतात, बहुतेक साप उंच ठिकाणी चढू शकतात आणि हो - एक प्रकारचा साप हवेत उडूही शकतो. लाल धामण झाडावर चढू शकते. समुद्रात

पोहण्यासाठी काही सापांना चपटी शेपटीही असते.

हे साप चालतात कसे? लांबट दोरखंडासारखा, पण पाय नसलेला हा प्राणी सरपटत चालतो हे तर आपण पाहिलंच असेल ही चालण्याची क्रिया नक्की कशी होते हे पाहण्याकरता आपल्याला सापाच्या शरीरांतर्गत भागात डोकावलं पाहिजे.

पाठीचा कणा आणि बरगड्या -

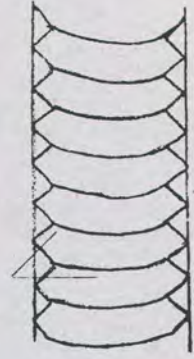
साप कणाधारी प्राण्यांच्या वर्गात येतो आणि त्या पाठीच्या कण्यात साधारणतः १०० ते ४०० मणके असतात. या मणक्यांची एक मोठी साखळीच असते. सुरवातीच्या भागातले काही मणके सोडले तर पुढच्या सगळ्या मणक्यांना दोन्ही बाजूला बरगड्या जोडलेल्या असतात. ह्या बरगड्यांचे एक टोक मणक्याला जोडलेल्या स्थितीत असल्याने स्थिर असते पण दुसरे टोक मोकळे



बरगड्या

कणा

बरगड्या



सापाचा मणका, बरगड्या आणि खवले - सापाचा कणा जवळजवळ १०० ते ४०० मणक्यांचा बनलेला असतो. त्यांना बरगड्या जोडलेल्या असतात. बरगड्यांचे दुसरे टोक मोकळे असते त्यामुळे त्या सापाच्या हालचाली महत्वाचे काम बजावतात.

सापाला उलटे करून पाहिले तर बरेच पट्टे दिसतात. हे त्याचे खवले. खवल्यांच्या दोन्ही बाजूचा भाग जमिनीचा आधार पकडून ठेवून सापाला चालण्यासाठी मदत करतात.

असल्याने हलू शकते. ह्या बरगड्या लांब, लवचिक आणि पोकळ असतात. एका बाजूला वळलेल्या असतात आणि टोकाशी अणकुचीदार असतात. मागे-पुढे दोन्ही बाजूला सहज हलू शकतात.

चालणं सुरू करतो तेव्हा प्रथम त्याच्या पोटाची एक बाजू उचलली जाते. त्या भागातल्या बरगड्या पुढे जातात तेव्हा पोटाचे खवले जमिनीला घट्ट धरून ठेवतात. त्यानंतर पोटाची दुसरी बाजू उचलली जाते व त्या बाजूच्या बरगड्या पुढे सरकतात. यावेळेस तिथले खवले जमिनीला धरून ठेवतात. ही क्रिया सतत चालू राहते त्यामुळे सापाच्या शरीराचा मागचा भाग पुढे येतो आणि पुढचा भाग अजून पुढे ढकलला जातो.

कोणत्याही सापाचं चालणं म्हणजे बरगड्या, आणि भोवतीच्या स्नायूंच्या हालचालीने स्थिती आणि गतीत होणारा बदल होय. साप बरगड्यांच्या टोकांवर चालतो. त्यासाठी त्याला त्याच्या पोटावरचे खवलेही मदत करतात. चालण्याची क्रिया नेहमी पोटाच्या दोन्ही बाजूंकडून सुरू होते, कशी ते पाहू -

ही सापाच्या साध्या चालण्याची प्रक्रिया आहे. पण साप तर वाळवंटापासून, घनदाट जंगलात, झाडं, डोंगर, नदी, तलाव अगदी समुद्रापर्यंत म्हणजे पृथ्वीवर जवळ जवळ सर्वत्र आढळतात. वेगवेगळ्या ठिकाणी राहणाऱ्या वेगवेगळ्या सापांची स्वतःची

समजा एखादा साप जमिनीवर पडला आहे. त्याच्या शरीराचा खालचा भाग जमिनीला पूर्ण टेकलेला आहे. जेव्हा साप

अशी विशिष्ट पद्धत असते. सर्वसाधारणपणे साप चार वेगवेगळ्या प्रकारात चालतात. यातल्या कोणत्या प्रकारे साप चालेल. का दोन प्रकारांचं मिश्रण करून चालेल. हे मात्र आजूबाजूच्या वातावरणावर अवलंबून असतं.

सर्पण गती / नागमोडी चाल

नाग, धामण या जातीचे सर्प बहुतेक वेळा नागमोडी चालीचा वापर करतात. (lateral undulation) ती प्रक्रिया याप्रमाणे -

- साप जमिनीवर असून त्याचे पोट जमिनीला टेकलेले आहे.

- साप आपले शरीर इंग्रजी एस (S) च्या आकाराचं म्हणजे नागमोडी करतो.

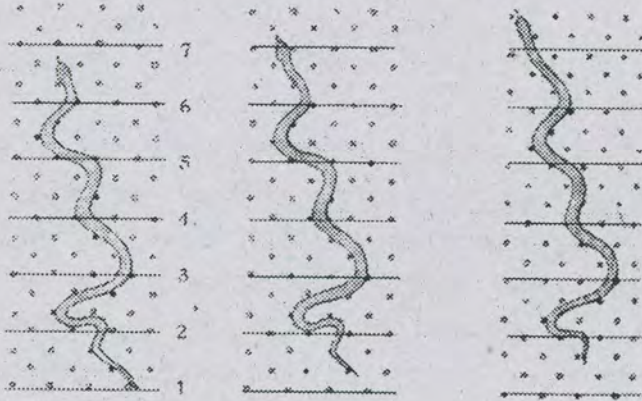
- असे करून जमिनीवरच्या दगड, गवत अशा वस्तूंना तो चिकटवतो.

- त्यानंतर या सगळ्या वस्तूंचा आधार घेऊन तो जोर करून आपले शरीर पुढच्या बाजूला ढकलतो.

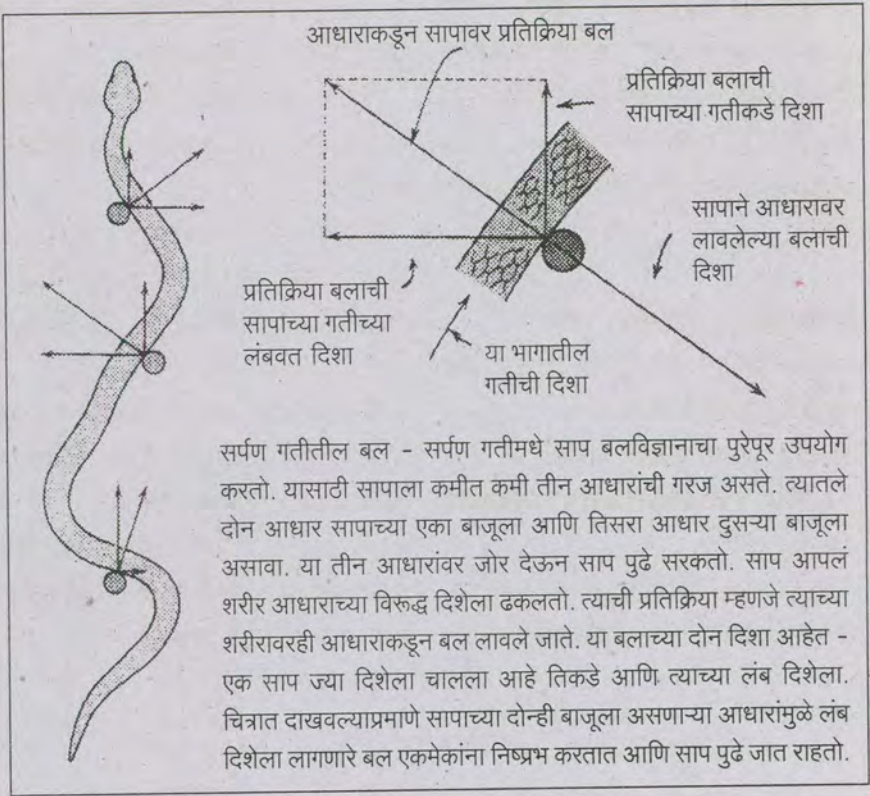
- असे केल्याने दोन्ही बाजूला लागणारे बल संतुलित केले जाते आणि पुढच्या बाजूला लावलेल्या बलामुळे शरीर पुढे ढकलले जाते.

- साप या स्थिर वस्तूवर जोर देत देत पुढे सरकत राहतो त्यामुळे त्याचा नागमोडी आकार तसाच कायम राहतो.

- पुढे जाता जाता जर आधाराची वस्तू मागे पडली की तो पुढच्या पुढच्या गोष्टी शोधून त्यांच्या आधारे पुढे सरकतो.



सर्पण गती - एका फळीवर काही खुंट्या ठोकून बसवल्या. मग तीन-तीन इंचाच्या अंतरावर समांतर रेषा आखल्या. साप या खुंट्यांचा आधार घेऊन पुढे पुढे जात राहतो. चालताना सापाचे एक-एक सेकंदाच्या अंतराने फोटो काढले. दोन सेकंदात साप किती पुढे गेलाय हे चित्रावरून स्पष्ट दिसत आहे. याचप्रमाणे जमिनीवर खुंट्यांऐवजी साप झाडाची मुळं, पानं, दगड इत्यादींचा आधार घेतात.



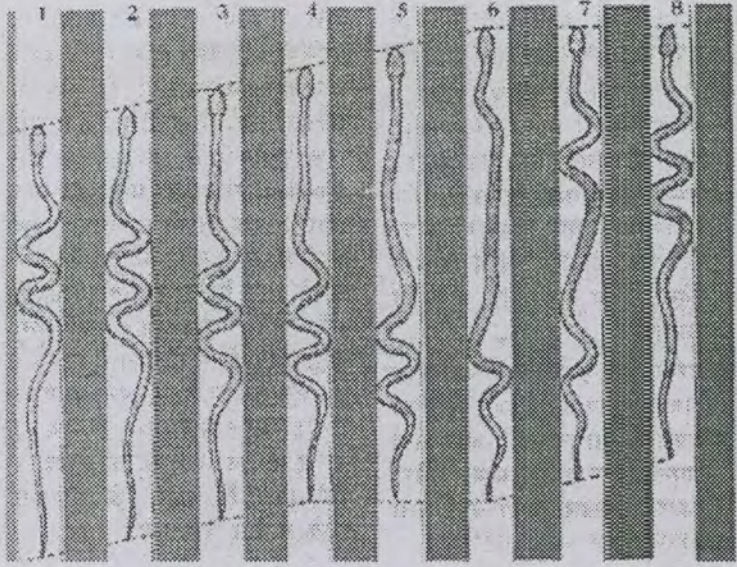
- अशा तऱ्हेच्या चालीसाठी साप तीन/चार वस्तूंचा आधार घेतो. या वस्तू सापाच्या दोन्ही बाजूला असणं मात्र आवश्यक असतं.

- सगळ्याचा परिणाम म्हणजे सापाचं शरीर गतिमान होऊन तो नव्या वस्तू शोधत पुढे पुढे जात राहतो.

सापाचं पोट आणि जमीन यांच्यातल्या घर्षणाने वेग कमी होऊ नये म्हणून त्याच्या पोटावरचे खवले अगदी गुळगुळीत असतात. आपण आपल्या पायांनी जमिनीला रेटा देऊन पुढे जातो त्याप्रमाणे साप जमिनीवरच्या

वस्तूंना रेटा देऊन पुढे जातो. त्यामुळे अशा वस्तूंशिवाय त्याला याप्रकारे (सर्पण गती) चालता येत नाही. काचेसारख्या गुळगुळीत पृष्ठभागावर तर तो अजिबात चालू शकत नाही कारण अशा पृष्ठभागावर पोटाच्या खवल्यांनी शरीर अडकवून धरता येत नाही.

अशा प्रकारचे चालणे जर निरखून पाहिले तर काय लक्षात येईल? या चालण्याच्या क्रियेत सापाच्या शरीरात उत्पन्न होणारे तरंग (लाटा) डोक्यापासून सुरू होऊन शेपटीपर्यंत जातात आणि सगळ्या शरीराची हालचाल



कंसर्टिना गती - चित्रात एखाद्या बिळात साप कसा पुढे जाईल हे निरनिराऱ्या ८ टप्प्यात दाखवले आहे. सापाच्या दोन्ही बाजूचे गडद स्तंभ म्हणजे बिळाच्या भिंती आहेत. अशा स्थितीत सापाचे प्रत्येक नागमोडी वळण वैशिष्ट्यपूर्ण असते. ही नागमोडी वळणेच बिळाच्या भिंतींना चिकटून राहतात आणि सापाला घसरू देत नाहीत. पहिल्या पाच भागांमध्ये सापाच्या शरीराचा पुढचा भाग पुढच्या दिशेला जातो आहे आणि मागच्या भागातील नवीन वळणांमुळेच साप भिंतीच्या आधारे राहू शकतो. ६, ७ व ८ व्या भागात सापाचे मागचे शरीर पुढे खेचले जात आहे. पुढच्या भागातील वळणे यावेळेस बिळाच्या भिंतीचा आधार घेत आहेत.

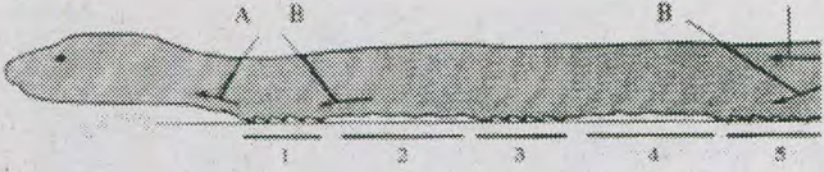
एकदम सुरू होते. मुख्यतः जमिनीवर चालणाऱ्या सापांमध्ये सर्पण गती जास्त आढळते.



कंसर्टिना वाद्य

कंसर्टिना गती

खोल बिळात राहणाऱ्या सापांना मात्र सर्पण गतीचा काहीच उपयोग नसते कारण सरळ बिळाच्या भिंतींना रेटा देऊन ते पुढे जाऊ शकत नाहीत त्यामुळे त्यांच्या या गरजेसाठी त्यांची चाल वेगळीच असते. तिला 'कंसर्टिना गती' असे म्हणतात. झाडावर चढणारे हिरवे साप, लाल धामण अशा उंचावर चढणाऱ्या सापांमध्ये हा प्रकार आढळतो.



सरळ रेषीय गती - अजगरासारखे जाड व जड साप या प्रकारे चालतात. यामधे सापाच्या शरीराचा काही भाग जमिनीला टेकलेला असतो तर काही भाग वर उचललेला असतो. शरीराचा भार यावेळेला जमिनीला टेकलेल्या भागावर असतो. चित्रातील १, ३, ५ हे टेकलेले २ व ४ हे उचलले गेले आहेत. मान पुढे नेल्यावर A इथले स्नायू खवले वर उचलतात. B इथल्या स्नायूंमुळे मागचे खवले जमिनीला टेकतात. जमिनीला लागून असलेल्या शरीराच्या सर्व भागात अशीच क्रिया होते व साप पुढे पुढे सरकत राहतो.

हे साप झाडावर कसे चढतात याचं वर्णन पुढे दिलंय. बिळात घुसताना ते कसे जातात हे चित्रात दाखवलंय.

- साप झाडावर एखाद्या आधारावर आहे.

त्याचे पोट या जागेला चिकटून आहे.

- आपले डोके आणि मान उचलून तो नवीन आधार शोधतो आणि तिकडे झेपावतो. यावेळेस त्याचं डोकं आणि मान हवेत असतात. त्यांना कोणताही आधार नसतो. यावेळेस त्याचं इतर शरीर मात्र स्तब्ध असतं.

- सापाला नवीन आधार मिळाल्यावर तो डोकं आणि मान त्याच्यावर ठेवतो आणि मग बाकीचं शरीर तिकडे खेचून घेतो.

- शरीराचा स्थिर भाग मुडपून किंवा गुंडाळला जाऊन त्याचे वेटोळे होते. या वेटोळ्यांची जणू एक साखळीच तयार होते.

- अशा तऱ्हेने साप पुढे पुढे जात राहतो.

पुन्हा डोके आणि मान नवा आधार शोधतात आणि पुन्हा मागच्या शरीराची वेटोळी पुढे पुढे सरकत जातात.

‘सर्पण गती’ प्रमाणे या प्रकारात सापाचं सगळं शरीर एकदम हालत नाही तर तो क्रमाने आपलं शरीर खेचत खेचत त्याची वेटोळी करत पुढे पुढे जातो.

सरळ रेषीय गती -

अजगर, (मांडूळ) सारख्या मोठ्या, जाड आणि जड शरीर असलेल्या सर्पांमध्ये लांब लांब आणि शक्तीवान स्नायू असतात. बरगड्या आणि मणक्यांना जोडणाऱ्या या मजबूत स्नायूंमुळेच या सापाचं शरीर पुढे-मागे हालचाल करू शकतं. यांच्या चालण्याला ‘सरळ रेषीय गती’ असं नाव आहे. या गतीसाठी सापाचं शरीर आणि जमीन यांच्यात घर्षण होणं आवश्यक आहे. गुळगुळीत पृष्ठभागावर हे शक्य नाही. सापाच्या चार चालीपैकी हीच एक चाल इतर प्राण्यांच्या चालण्यासारखी म्हणजे जमिनीशी घर्षणाने पुढे जाणारी आहे. बघू या यात नेमकं काय घडतं?

- साप जमिनीवर असून त्याचं पोट

जमिनीला टेकलेले आहे.

- तो आपल्या स्नायूंचं आकुंचन करून पोटाच्या काही भागातले खवले (एकत्र) जवळ जवळ आणतो. (चित्रातल्या १, ३ आणि ५ प्रमाणे) यांच्या मधल्या भागातले खवले (चित्रातले २, ४) लांब लांब असतात आणि हा भाग जमिनीवरून थोडा वर उचलला जातो.

- नंतर साप मान पुढे नेतो त्यामुळे आकुंचन केलेल्या भागाचा (१चा) पुढचा भाग (A) वर उचलला जातो. मागचा (B) भागाजवळचे स्नायू थोडे खवले आकुंचित करतात आणि जमिनीजवळ आणतात.

- हीच प्रक्रिया जमिनीला लागून असलेल्या सर्व भागांमध्ये (३, ५) होते. प्रत्येक आकुंचित भागात पुढचा भाग वर उचलला जातो आणि मागचा भाग खेचला जाऊन जमिनीलगत येतो.

- अशा प्रकारे मान पुढे करून साप चालायला लागतो आणि इतर शरीरही पुढे पुढे जात राहते.

- हीच क्रिया सतत चालू राहिल्याने सापाची त्वचा एखाद्या अळीसारखी वर खाली होत राहते आणि साप एका सरळ रेषेत पुढे जातो.

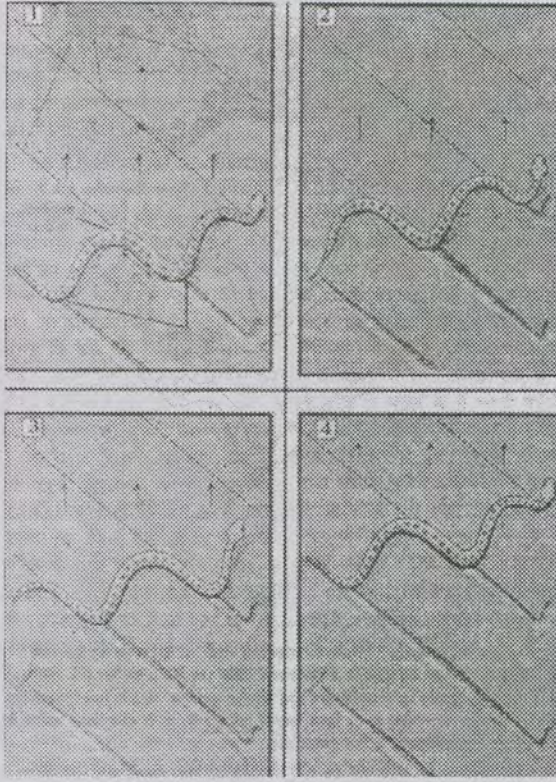
सर्पण गतीप्रमाणे या चालीत साप नागमोडी वळसे घेत चालत नाही. ह्यामध्ये त्याचा वेग कमी असतो पण या चालीत कोणत्याही अडथळ्याशिवाय साप एका

समान वेगात पुढे जातो. याचं वैशिष्ट्य म्हणजे जमिनीवर कुठली वस्तू नसली तरी तो पुढे जाऊ शकतो. कधी कधी भक्ष्याच्या मागे जाताना साप ह्याच चालीनं जातो त्यामुळे भक्ष्याला त्याची चाहूलही लागत नाही.

तिरकस चाल / पार्श्व कुंडलन गती (side winding)

सापांच्या चालीतली सर्वात आकर्षक चाल म्हणजे पार्श्व कुंडलन. वाळवंटात आढळणारे सर्प, भारतातील फुरसे (सॉ स्केल्ड व्हायपर) अशा चालीने चालतात. या प्रकारामुळे भुसभुशीत सरकत्या वाळूवरून साप जलद आणि सलग चालू शकतो. इथली जमीन म्हणजे वाळू भुसभुशीत असल्याने सापाला जमिनीला पकडून धरता येत नाही आणि सर्पण गतीला आवश्यक अशा आधाराच्या वस्तूही इथं नसतात. दुसरं म्हणजे वाळू इतकी चटकन तापते की सापाला संपूर्ण शरीर जमिनीला टेकवून ठेवणं शक्य होत नाही. म्हणूनच अशा सरकत्या वाळूवर साप ही चौथ्या प्रकारची चाल वापरतात. यामध्ये साप शरीराच्या गोल गोल गुंडाळ्या करत वरखाली हालचाल करत चालतो. ही चाल चित्रातून समजून घेऊ.

चित्र - १ साप वाळूवर पडलेला आहे. त्याच्या शरीराचा काही भाग जमिनीला टेकलेला आहे तर काही भाग वर उचललेला आहे. डोकं जमिनीवरच आहे पण त्या



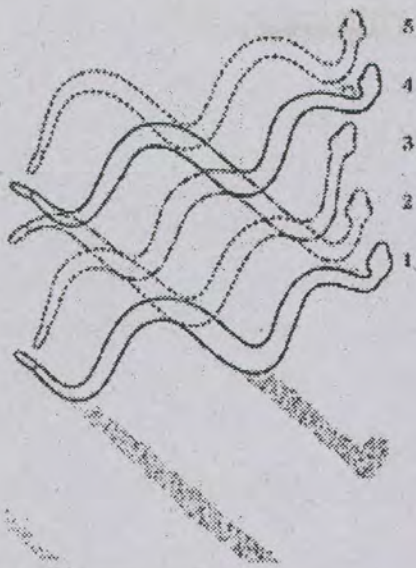
मागचा भाग मात्र उचललेला आहे. मधला भाग जमिनीवर आणि शेवटचा भाग उचललेला आहे, शोपटी जमिनीवर आहे. उजवीकडे खाली ज्या खुणा दिसतात त्या सापाच्या चालण्याच्या आहेत. डावीकडे वर जाणाऱ्या रेषांप्रमाणे सापाच्या चालण्याच्या खुणा उमटतील.

चित्र - २. जिथे सापाने डोकं ठेवलं होतं तिथे इंग्रजी J या अक्षराप्रमाणे खूण तयार झाली आहे. शरीराचा शेवटचा भाग मधल्या भागाच्या खुणेजवळ टेकवून ठेवला आहे

आणि शोपटी वर उचलली आहे. याच प्रमाणे मधल्या भागाच्या खुणेवरून पुढचा भाग उचलत आहे आणि डोक्याच्या खुणेवर डोक्यामागचा भाग आला आहे आणि डोक्याला पुढच्या दिशेने नेले आहे.

चित्र - ३ शोपटी पूर्णपणे दुसऱ्या खुणेजवळ आली आहे. आणि ही क्रिया पुन्हा घडल्यामुळे साप बराच पुढे गेला आहे. पुन्हा डोकं हवेत उचललं गेलंय.

चित्र ४ - पुढचा भाग इतका पुढे गेलाय की पुन्हा एक खूण तयार होईल. साप डोकं



पाश्र्व कुंडलन गती - या प्रकारे चालताना सापाच्या ५ अवस्था चित्रात दाखवल्या आहेत. प्रत्येक स्थिती वेगळ्या रेषांनी दाखवली आहे.

जमिनीवर टेकवतो आणि इथे परत इंग्रजी 'J' सारखी खूण तयार होते.

या चालीचं वैशिष्ट्य म्हणजे सापाच्या चालण्याच्या खुणा आणि दिशा यामधे जवळ जवळ ६० अंशाचा कोन असतो. फक्त चालण्याच्या खुण पाहिल्या तर असं वाटतं की सापाने एका खुणेवरून दुसऱ्यावर उड्या मारल्यात की काय ?

जमिनीवर आधाराला कोणतीही वस्तू नसताना आणि वालुकामय जमिनीवर साप अशा पद्धतीने अगदी सहज चालू शकतो. आणखी विशेष म्हणजे सापाच्या शरीराचा कुठलाच भाग जास्त वेळ जमिनीवर

टेकलेला नसतो, त्यामुळे तापलेल्या वाळूवरही सापाला भाजत नाही.

या चालीत वाळूवर ज्या खुणा तयार होतात. त्या बरोबर सापाच्या लांबी इतक्या असतात. याचं कारण काय असेल ? याचा विचार तुम्हीच करायचा आहे.

एकापेक्षा जास्त चाली -

एक तर साप खूपच वेगवेगळ्या तऱ्हेने चालू शकतो आणि कधी कधी तो एकाच वेळी दोन-तीन पद्धतींनी चालतो. माणसाच्या चालण्यापेक्षा सापाचं चालणं अवघड आहे. पातळ, लांब शरीर असलेले, मध्यम किंवा छोट्या आकाराचे किंवा जाड आणि जड असलेले साप या सगळ्यांच्या शारीरिक वेगळेपणानुसार आणि आजूबाजूच्या वातावरणाच्या गरजेनुसार चालण्याच्या या विविध पद्धती विकसित झाल्या आहेत.

साप गेली हजारो वर्ष या पृथ्वीवर सरपटताहेत. जणू चालणं, उड्या मारणं, पळणं यासाठी पायांची जरूरी नाही हे आपल्याला सांगण्यासाठीच !



लेखक : मुकेश इंगळे, सापांच्या संरक्षणासाठी काम करतात, मध्यप्रदेश दलित साहित्य अकादमीमध्ये कार्यरत.

अनुवाद : यशश्री पुणेकर

खेळ मांडियेला गणिताच्यासाठी

लेखक : किरण बर्वे

सहसा गणितविषयक लेखात नवीन मनोरंजक माहिती असते. मात्र हा लेख वाचताना वाचकांचा सक्रिय सहभाग अपेक्षित आहे. तसा त्यांनी दिला तर त्यांनाही 'गणिती' बनता येणार आहे. फक्त दोन अडीच तासांच्या ह्या खेळाच्या प्रयोगानंतर विद्यार्थी बदलून गेलेले मी पाहिले, अनुभवले आहेत. तर आपणही करून पाहू या हा प्रयोग.

मित्रांनो, आज सुदिन सुवेळ आपण गणिताचा खेळ, मांडू या. गणिताचा खेळ म्हणजे गणितं सोडवण्याचा, आकडेमोड करण्याचा, कुणाला काय येते वा येत नाही असं ठरवायचा खेळ नाही. खेळ म्हणजे खेळ. प्रयत्न करायचा, आपटी खायचा, परत प्रयत्न करायचा, मजेचा खेळ. आता खेळामुळे फायदा काय म्हणाल तर विज्ञानाचा खेळ खेळणारा वैज्ञानिक बनतो. सत्तेचा खेळ खेळणारा सत्ताधीश बनतो. तसा हा खेळ समरसून खेळणारा गणिती बनतो.

खेळ खेळावयाच्या सूचना

- १) पहिल्या टप्प्यात सगळ्या आकडेमोडी केल्या नाहीत तरी चालणार आहे.
- २) विचारलेल्या प्रश्नांना एकच एक बरोबर उत्तर असणार आहे आणि इतर चुकीचीच असणार आहेत असे नाही.
- ३) फक्त तर्कांने न समजणारी उत्तरे

वगळायची आहे. उत्तरे देणाऱ्यांना वगळायचे नाही.

४) म्हणून तुम्ही ह्या खेळात बिनधास्त आणि न लाजता सहभागी व्हावयाचे आहे. लेख वाचता वाचता कागद पेन्सिल जवळ ठेवून तुमच्या तुम्हीच खेळातील चाली केल्यात तर लेखात लिहू शकलो आहे त्यापेक्षा खूपच वेगळ्या महत्त्वपूर्ण व मनोरंजक गोष्टी समजणार आहेत.

भूमिका - आजपर्यंत आपण गणित शिकलो म्हणजे सहसा आकडेमोड करायला, गोष्टी सिद्ध करायला व सूत्रांचा उपयोग करायला शिकलो. पण संख्यांमध्ये काही सुसूत्रता आहे का ? नवीन प्रयोग करून आपल्याला काही सुचते का हे आपण बघितलेले नसते. म्हणजेच गणितातील आनंद आपण घेतलेलाच नाही. दिवाणखान्यात बसून क्रिकेट बघून त्यासंबंधी

बोलणे आणि आनंद मिळवणे वेगळे. प्रत्यक्ष खेळून दमून भागून आल्यावर आपण मारलेल्या वा मारू न शकलेल्या शॉटसूची झिंग उतरता उतरत नसते. तसे प्रत्यक्ष खेळण्याचा आनंद घेणे अधिक श्रेयस्कर !

टप्पा १ : वर्गाचा तक्ता तयार करणे

फळ्यावर १ चा वर्ग, २ चा वर्ग, ३ चा वर्ग १०^३ असे एकाखाली एक लिहा. त्याच्या शेजारी उजवीकडे ११ चा वर्ग, त्याखाली १२^३ असे २०^३ पर्यंत लिहा. त्याशेजारी २१^३, २२^३,..... ३०^३ असे १००^३ पर्यंत लिहा. स्वतः आकडेमोड केली तर नंतर फायदा होईल. साधारणपणे १॥ तासच लागेल. पण सोयीसाठी हा वर्गाचा तक्ता सोबत दिला आहे. ह्या तक्त्यात १० रांगा आहेत आणि १० ओळी आहेत. 'ओळ' म्हणजे एका खाली एक लिहिलेले आकडे. ओळींचे क्रमांक ०, १, २, ३, ९ असे दिले आहेत. त्यात ० च्या ओळीत १ ते १० आकड्यांचे वर्ग आहेत. ५ च्या ओळीत ५१ ते ६० चे वर्ग आहेत. ८ व्या ओळीत ८१ ते ९० पर्यंत वर्ग आहेत. दहा आडव्या रांगा आहेत. रांगा म्हणजे एका शेजारी एक आडवे लिहिलेले आकडे. पहिल्या रांगेत १, ११, २१, ३१ ९१ पर्यंत चे वर्ग आहेत. ५ व्या रांगेत ५, १५, २५, ३५, ९५ पर्यंत वर्ग आहेत. ह्या तक्त्यांमध्ये आपण रांगाना व ओळींना जशी नावे दिली आहेत, त्यामुळे काय गंमत होते

बघा. मला विचाराल २३^३ कोठे आहे मी न बघता सांगेन २ च्या ओळीत आणि तिसऱ्या रांगेत ५२९. ३७^३ कोठे आहे तीनच्या ओळीत आणि सातव्या रांगेत तर ६ चा वर्ग असेल ० च्या ओळीत आणि सहाव्या रांगेत.

७०वर्ग ६ च्या ओळीत आणि १० व्या रांगेत असेल कारण ७ वी ओळ व ० वी रांग पण शून्याची रांग नाही. (अर्थात तशी व्यवस्थाही करता येईल.) मग आपल्याला हा तक्ता कळला. आता आपण ह्या तक्त्याला डोळे भरून बघू. उभी नजर फिरवू या. रांगेतून आडवे हिंडू या. तुमची काही निरीक्षणे असतील तर ती नोंदवा. तुम्हाला मदत व्हावी म्हणून काही प्रश्न, विचारासाठी दिशा दिल्या आहेत.

- १) संख्यात काही संबंध असेल तर वर्गात काही संबंध आहे का ?
 - २) रांगातील वर्गात शेवटचे अंक कोणते आहेत ?
 - ३) संख्या किती आकडी आहेत ? का ?
 - ४) शेवटी २ असलेला वर्ग आहे का ? कोठे ? का ?
 - ५) शेवटच्या अंकाबाबत काही क्रम आहे का ?
 - ६) शेवटी ५ असलेल्या संख्यांचे वर्ग कसे आहेत ? इत्यादि, इत्यादि, इत्यादि.
- एव्हाना तुम्हाला ह्याशिवायही काही सुचले असेल, त्याचेही स्वागत आहे.

वर्गाचा तक्ता

ओळ	०	१	२	३	४	५	६	७	८	९
रांग	१	१२१	४४१	९६१	१६८१	२६०१	३७२१	५०४१	६५६१	८२८१
	४	१४४	४८४	१०२४	१७६४	२७०४	३८४४	५१८४	६७२४	८४६४
	९	१६९	५२९	१०८९	१८४९	२८०९	३९६९	५३२९	६८८९	८६४९
	१६	१९६	५७६	११५६	१९३६	२९१६	४०९६	५४७६	७०५६	८८३६
	२५	२२५	६२५	१२२५	२०२५	३०२५	४२२५	५६२५	७२२५	९०३५
	३६	२५६	६७६	१२९६	२११६	३१३६	४३५६	५७७६	७३९६	९२१६
	४९	२८९	७२९	१३६९	२२०९	३२४९	४४८९	५९२९	७५६९	९४०९
	६४	३२४	७८४	१४४४	२३०४	३३६४	४६२४	६०८४	७४४४	९६०४
	८१	३६१	८४१	१५२१	२४०१	३४८१	४७६१	६२४१	७९२१	९८०१
	१००	४००	९००	१६००	२५००	३६००	४९००	६४००	८१००	१०,०००

वर्गाच्यातील शेवटचा अंक म्हणजे एक स्थानचा अंक उदा. $११^२ = १२१$ मध्ये १, $२४^२ = ५७६$ मध्ये ६ हे अंक अतिशय मजेदार वागतायत. एकस्थानचा अंक हा १ ४ ९ ६ ५ ६ ९ ४ १ व ० परत १ ४ ९ ६ ५ ह्या क्रमानेच येतो. वर्गाच्या एकस्थानी २, ३, ७, ८ हे अंक येत नाहीत. १ ते १० च्या वर्गामध्ये ही पद्धत (पॅटर्न), हा नियम आपल्याला दिसतो. तसाच ११ ते २० च्या वर्गामध्येही दिसतो. २१ ते ३० च्या वर्गात म्हणजे ९६१, १०२४, १०८९, ११५६, १२२५ ... हाच क्रम जारी. गंमतच आहे मोठी. १०० चा वर्ग १०००० पर्यंत ह्या नेमात काही खंड नाही. सर्व वर्गांचा हा वर्ग एकदम शिस्तीत आणि ठरविल्याजागीच बसलेला दिसतो.

आडव्या रांगात तर अजूनच गंमत आहे. “अनघा, सांग बरे. पहिल्या रांगेतील वर्गातील एकस्थानचा अंक किती आहे?” एक सर सगळीकडे एकच.” “बरोबर. $१^२ = १$, $११^२ = १२१$, $२१^२ = ४४१$, $३१^२ = ९६१$, वगैरे वगैरे! आता मला सांग, तिसऱ्या रांगेतील एकस्थानचे अंक कोणते आहेत?” “सर्व सारखेच. ९.” “अरेच्या, $३^२ = ९$, $१३^२ = १६९$, $२३^२ = ५२९$, $७३^२ = ५३२९$,” नीरजा. “अय्या, ४ थ्या रांगेत सर्वांच्या शेवटी ६ च आहेत.” “आम्हालाही येतंय बरं का, ५ व्या रांगेत तर सर्व वर्गांच्या शेवटी २५ च

आहेत. शेवटचे दोन आकडे सारखे आहेत. म्हटलं!” सुमन ठसक्यातच उद्गारली.

“होय हे नक्कीच महत्वाचे आहे. शेवटचे दोनही अंक तेच. २५. पण त्या अगोदरच्या अंकांबाबत काही सांगता येते आहे का? बघा बरं.

५, $५^२ = २५$ म्हणजेच

$$(२५)^२ = ६२५ ० : ०$$

$$१५, १५^२ = २२५ \quad १ : २$$

$$२५, २५^२ = ६२५ \quad २ : ६$$

$$३५, ३५^२ = १२२५ \quad ३ : १२$$

$$४५, ४५^२ = २०२५ \quad ४ : २०$$

....

$$८५, ८५^२ = ७२२५ \quad ८ : ७२$$

ह्यांत काही नाते आहे का? दिसतेय का? बघा अगोदरचे आकडे आणि वर्गातील २५ च्या आधीचे आकडे कसे आहेत. ० : १, १ : २, २ : ६, ३ : १२, ४ : २०, ५ : ३०, ६ : ४२, ७ : ५६, ८ : ७२, ९ : ९०” कसे बरे आकडे जुळलेत?”

वर्गात काही वेळ शांतता पसरली. शिक्षकांना सुमनच्या डोळ्यात काही वेगळीच चमक आढळली. त्यांनी तिला बोलली केली.

“म्हणजे सर असं बघा $२ = १ \times २$ ”



“किती लवकर समजलय $१ \times २ = २$ ”
सिद्धेश

“सुमन तू बोल. बरोबर आहे तुझं.”

$२ = १ \times २$, सहा $= २ \times ३$, $१२ = ३ \times ४$,
 $२० = ४ \times ५$ आणि आणि $७२ = ८ \times ९$ हे
सगळे आकडे असेच आहेत.”

“शाब्बास सुमन अगदी बरोबर बोललीस.
आपण तिला काय म्हणायचे आहे ते
समजावून घेऊ सिद्धेश, तुला सांगता
येईल?”

“सर ती म्हणाली १×२ दोन येतात.
 २×३ सहा येतात. ३×४ , १२ येतात.
सर मला तर ह्याच्या पुढच्याही अशा
संख्यांचा गुणाकार सांगता येईल.”

“शाबास हं, पण हेच आकडे नेमके २५
च्या अगोदर वर्गाच्यात येतात हेही तिने

सांगितले. म्हणजे $२५^२$ च्या $२ \times ३ = ६$,

$$६२५ \therefore २५^२ = ६२५$$

$८५^२$ च्या

$$८ \times ९ = ७२ \quad ८५^२ = ७२२५$$

अशा पद्धतीने.

“सर” “बोल सिद्धेश”

$$(१०५)^२ = ११०२५ \text{ येतो.}$$

$$(१५५)^२ \text{ काढताना } १५ \times १६ = २४०,$$

$$(१५५)^२ = २४०२५ \text{ येणार.}$$

शेवटी पाच तर आमचा वर्ग तयार !”

वाचकांनी देखील वेगवेगळे वर्ग काढून
बघितले असतील. काही काळ आमच्या
वर्गात एकच गोंधळ माजला. (हा स्वागतार्ह
गोंधळ). ज्याला जी ५ ने शेवट होणारी

संख्या बरी वाटेल त्यांचा वर्ग तो करू लागला.

“हे फारच सोपे” “१९ चा पाढा अवघड पण १९५ चा वर्ग $१९ \times २० = ३८०$ ३८०×२५ , खल्लास!”

उत्साहाचे भरते ओसरल्यावर सरांनी खुसपटे काढायला सुरुवात केली. “तुम्ही काही वर्गासाठी हा नियम लागू पडतो हे दाखविले हे मला मान्य आहे. परंतु $(१२५)^२$

अशा पद्धतीने येईल हे कशावरूनच? “सर, $(१२५)^२$ $१२ \times १३ = १५६, १५६२५$ ”

कशावरून? तुम्ही कोणतातरी आकडा काढलात, हे कळले. आता तुमचे म्हणणे की हा आकडा १५६२५ हा $(१२५)^२$ आहे.

हे कसं काय?” ... “आम्ही करून पाहिले. $१२५ \times १२५ = १५६२५$ च येते. आता तरी मान्य की नाही?” “नाही. म्हणजे

$(१२५)^२ = १५६२५$ हे मान्य. पण तो नियम

बरोबर आहे, त्याने नेहमीच हवेत ते वर्ग मिळतील, हे कशावरून? मी हाच प्रश्न

$(२४५)^२$ बदल विचारीन, $(१७५)^२$ बदल

विचारीन तुम्ही जरी $२४ \times २५ = ६००$

$२४५ \times २४५ = ६००२५$ करून दाखविलेत

तरी त्याने एवढेच म्हणता येईल की $(२४५)^२$

वर्गासाठी हा नियम बरोबर आहे. पण हा

नियम तुम्हाला इतरही शेवटी ५ असणाऱ्या संख्याबाबत उपयोगी पडेल का?”

“असं कसं सर, आपण ५, १५, २५, ३५ कितीतरी संख्याबाबत पाहिले. सर्वासाठी ह्या नियमानुसार वर्ग झाले आहेत. हा नियम बरोबरच आहे.”

नियम बरोबर असेलही वा नसेलही. अजून काहीच सिद्ध झालेले नाही.”

“झालंय झालंय.” मुलांनी गलका केला.

“बस.. पाहूया - अनघा शाळेत तू नेहमी दोन वेण्या घालून येतेस ना?” “हो तसा नियमच आहे शाळेचा.”

“शनिवारी, रविवारी शाळेव्यतिरिक्त ही तू २ वेण्याच घालतेस का?”

“नाही. अजिबात नाही.”

मी तुझ्याच पद्धतीने विचार करत मी सिद्ध करतो की तू कायम दोन वेण्याच घालतेस.”

“काही तरीच काय सर, शाळेव्यतिरिक्त मी दोन वेण्या घालतच नाही मुळी.” “हे बघ, सोमवारी मी तुला दोन वेण्या घातलेली बघितले. $(५)^२ = २५$ एक निरीक्षण)

मंगळवारी ही तुझ्या दोन वेण्या होत्या, $(१५)^२ = २२५$ एक निरीक्षण)

बुधवारी, गुरुवारी, शुक्रवारी मी तुला जेव्हा जेव्हा पाहिले तेव्हा तू दोनच वेण्या घातल्या होत्यास. सबब तू

कायम दोन वेण्याच घालतेस.” (५) शेवटी असलेल्या संख्यांचा वर्ग ह्याच नियमाने

मिळेल. पाच निरीक्षणानंतर तो नियम!

“ज्या वेळेला आपण वारंवार एखादी

गोष्ट तपासून बघतो. त्यावेळी आपण केवळ नियम त्या संख्येला लागू पडतो का? एवढेच बघत असतो. म्हणजे $(१२५)^२ = १५६२५$, $१५६ = १२ \times १३$ असे सर्व जुळल्यावर आपण इतकेच म्हणू शकतो की $(१२५)^२$ साठी नियम लागू पडतो. आपण असे म्हणू शकत नाही की नियम सिद्ध झाला आहे आणि तो नेहमीच बरोबर ठरेल. उदाहरणे देऊन कोणताही नियम सिद्ध होत नाही. असे बघा मी परवा जिवंत होतो. मी काल जिवंत होतो. मी आज जिवंत आहे. मी असे म्हणू शकतो का की मी अमर आहे? पुढच्या क्षणाचाही भरवसा देता येत नाही. म्हणजेच निरीक्षणांवरून सिद्धता देता येणार नाही.”

“पण सर, मग हा नियम खोटा आहे का?”

“असे मी म्हणालेलो नाही. मी इतकेच म्हणतोय की हा नियम अजून सिद्ध व्हायचा आहे. मी तुम्हाला हा नियम सिद्ध करायला मदत करतो.”

सिद्धता

नियम एकदा परत आठवू.

ज्या संख्येच्या शेवटी ५ अंक असेल त्या संख्येचा वर्ग काढण्याची पध्दत.

शेवटचा ५ सोडून आलेली संख्या घ्या. त्या संख्येत १ मिळवा त्यांचा गुणाकार करा. गुणाकार मांडा. त्यापुढे २५ लिहा. वर्ग तयार झाला.

ज्या संख्येची शेवटी ५ अंक आहे अशी संख्या कशी दिसते?

$$१५ = १ \times १० + ५, १ \times २ = २,$$

$$२२५ = १५^२$$

$$४५ = ४ \times १० + ५, ४ \times ५ = २०,$$

$$२०२५ = ४५^२$$

$$२६५ = २६ \times १० + ५, २६ \times २७ =$$

$$६४२, ६४२२५ = २६५^२$$

शेवटी ५ अंक असलेल्या संख्येला १० ने भागले की ५ च बाकी राहते. समजा भागाकार क्ष आला तर मूळ संख्या $(१० \text{ क्ष} + ५)$ अशी आहे. उदा.

$$१५ = १० \times १ + ५ = १० \text{ क्ष} + ५ \text{ क्ष} = १$$

$$११५ = १० \times ११ + ५ = १० \text{ क्ष} + ५ \text{ क्ष} = ११$$

$$७४५ = १० \times ७४ + ५ = १० \text{ क्ष} + ५ \text{ क्ष} = ७४$$

तसेच संख्या १० क्ष + ५ अशी घेतली की दशमान पद्धतीत लिहिताना एकस्थानचा अंक ५ च असणार आहे.

नियमानुसार वर्ग काढण्यासाठी $\text{क्ष} \times (\text{क्ष} + १)$ घेऊन त्या पुढे २५

लिहावयाचा. जर $\text{क} = \text{क्ष} \times (\text{क्ष} + १)$ तर

$१०० \text{ क} + २५$ म्हणजेच $(१० \text{ क्ष} + ५)$ चा वर्ग येतो का ते पाहू. संख्येचा वर्ग करू या.

$$(१० \text{ क्ष} + ५) \times (१० \text{ क्ष} + ५)$$

$$= १०० \text{ क्ष}^२ = ५० \text{ क्ष} + ५० \text{ क्ष} + २५$$

$$= १०० \text{ क्ष}^२ + १०० \text{ क्ष} + २५$$

$$\begin{aligned}
&= १०० \left(\text{क्ष}^२ + \text{क्ष} \right) + २५ \\
&= १०० \left(\text{क्ष} \left(\text{क्ष} + १ \right) \right) + २५ \\
&= १०० \text{ क} + २५
\end{aligned}$$

म्हणजेच (१० क्ष + ५) ह्या संख्येचा वर्ग क्ष × (क्ष + १) पुढे २५ ठेवून मिळतो.

आता नियम सिद्ध झालेला आहे. म्हणजेच कोणतीही संख्या असो तिच्या एकस्थानचा अंक ५ असेल तर वर्ग ह्याच नियमानुसार येणार. तपासणीने आपण ५, १० फार तर १०० संख्यांचे वर्ग तपासून बघू शकतो मात्र सिद्धतेमुळे कोणत्याही एकस्थानी ५ आहेत अशा किती संख्या आहेत? अशा अनंत संख्या आहेत. आणि आपण एकाच फटक्यात ह्या एकस्थानी ५ असणाऱ्या अनंत संख्यासाठीचा नियम सिद्ध केला. ह्या अनंत संख्यांपैकी कोणतीही संख्या घ्या, तिचा वर्ग काढायची पद्धत हीच आहे, हे आपण दाखवून दिले आहे. हे शक्य झाले 'क्ष' मुळे. आपण प्रथम शेवटी ५ असलेली कोणतीही संख्या १० क्ष + ५ असते हे बघितले. 'क्ष' च्या वेगवेगळ्या किंमतीनुसार वेगवेगळ्या संख्या मिळतात. अशा रितीने त्याही संख्येचा वर्ग ठरविता आला. आहे की नाही गंमत! शंकेला जागाच नाही मुळी!!

आता आपण तक्त्यासंबंधीचा अजून एखादा नियम बघू. ७ व्या आडव्या रांगेतील वर्गांच्या शेवटी ९ हाच आकडा आहे. म्हणजेच एकस्थानी ७ हा अंक असलेल्या

संख्येच्या वर्गात एकस्थानी ९ च असतो.

“त्यात काय मोठेसे. ह्या तक्त्यावरून मी ७ वी रांग आडवी आडवी बघत गेलो. शेवटी सर्व ९.

$$\begin{aligned}
७^२ &= ४९, \quad १७^२ = २८९, \quad ३७^२ = १३६९, \\
८७^२ &= ७५६९
\end{aligned}$$

आहेत. बरोबर आहे सर तुमचे.”

“माझं म्हणणे बरोबर आहे की बरोबर वाटतंय.”

एकस्थानी ७ असलेल्या सर्व संख्यांबाबतचे विधान केले आहे मी.”

“बरोबर वाटतंय. पहिल्या काही उदाहरणांवरून असे असावे असे वाटतेय पण...”

“पण काय?”

“सिद्ध करायला पाहिजे.”

“शाब्बास! अगदी बरोबर... सिद्ध करायलाच पाहिजे. मला सांगा एक स्थानी ७ चा अंक असणारी संख्या कशी लिहिता येईल.”

“सर, कोणताही आकडा लिहायचा आणि त्याच्यापुढे (उजवीकडे) ७ लिहायचा.

“अगोदर लिहिलेला कोणताही आकडा त्याला क्ष मानू. त्याच्या पुढे उजवीकडे ७ हा आकडा लिहिला. आता ही संख्या किती झाली? (१० क्ष + ७).

म्हणजेच एकस्थानी ७ हा अंक असलेल्या

संख्या ही (१० क्ष + ७) अशी लिहिता येते.

“सर आम्ही आता हिचा वर्ग करतो.

(१० क्ष + ७)^२

= १०० क्ष^२ + २ x ७० क्ष + ७^२ = ४९

= १०० क्ष^२ + १४० क्ष + ४० + ९

= १०० क्ष^२ + १४० क्ष + ४० + ९

= १० x १० क्ष^२ + १० x १४ क्ष +

१० x ४ + ९

१० कॉमन काढू यात.

= १० (१०क्ष^२ + १४ क्ष + ४) + ९

म्हणजेच वर्गाला १० ने भागले की बाकी ९ येते. अर्थातच वर्गात एकस्थानचा अंक ९ आहे.

म्हणजेच हा दुसरा नियम ही आपण सिद्ध केला.

ह्या वर्गाच्या तक्त्यात असे पुष्कळच नियम दडून बसले आहेत. ते शोधा. त्यातील जास्तीत जास्त नियम सिद्ध करा. थोडक्यात काय तर गणिती बना! सोपे आहे ते!! “निरीक्षण करा, नियम शोधा, सिद्ध करा!”

उदाहरणाची कोणतीही गोष्ट सिद्ध जरी करता येत नसली तरी, उदाहरणांनी एखादे विधान तपासून ते चूक असल्यास तसे निश्चितपणे सांगता येते. परवा समीर म्हणाला. “एका संख्येला ४ ने भाग जात असेल तर त्या संख्येला २ ने भाग जातो. असे आम्हाला बाईनी सांगितलंय. सोपं आहे. पुढचं सांगतो कोणत्याही संख्येला ६

ने भाग जातो आणि ४ ने ही भाग जातो तर त्याला २४ ने भाग जाईल.”

थोड्या वेळात केतन म्हणाला,, “असे कसे, १२ ला ६ ने भाग जातो. १२ ला ४ ने भाग जातो. पण २४ ने जाणारच नाही.” म्हणजे २४ ने भाग जाईल हे विधान उदाहरणाने खोटे सिद्ध झाले. म्हणजे सुचविलेला नियम पाळला जात नाही असे दाखविणारे उदाहरण आढळले की तो नियम तेथेच बारगळतो. अशा उदाहरणांना इंग्लिशमध्ये Counter Example म्हणतात.

असा आहे गणिताचा खेळ. प्रथम प्रयोग केला.वर्ग लिहिले. मग निरीक्षणे नोंदविली. ती तपासली. त्यातील काही सिद्ध केली. अजून ही ह्यात पुष्कळ खेळण्यासारखे आहे. उदा. क्ष^२ माहित असल्यास (क्ष + २५)^२ काढणे इत्यादि इत्यादि.

आज हा खेळ तुमच्या सुपूर्द करतो आहे. तुमचा तुम्हीच हा खेळ खेळा. मित्र मैत्रिणी शिक्षक पालक सर्वांना सहभागी करून घ्या. आनंद लुटा. मजा करा.

आणि काय केले, कसे केले, काही अडल्यास ते जरूर कळवून मलाही पुढच्या खेळात सामील करून घ्या.



लेखक : किरण बर्वे, एम.फिल. गणित.
गणित आणि शिक्षणात रस.

विद्युतधारा अडथळ्यांची शर्यत

लेखक : नागेश मोने

ज्या पदार्थांमधून विद्युत धारा वाहते त्यांना वाहक पदार्थ म्हणतात. सर्वच वाहक पदार्थांतून वाहणारी विद्युतधारा, विशिष्ट विद्युत दाबाखाली, समान प्रमाणातच वाहते असे नाही. विद्युत धारेच्या प्रवाहास अडथळा उत्पन्न करण्याची नैसर्गिक प्रवृत्ती वाहकात असतेच. परिणामी निरनिराळ्या वाहकांची अडथळा उत्पन्न करण्याची भिन्न भिन्न प्रवृत्ती असते. या अडथळ्याला रोध म्हणतात. विद्युतधारेस निरनिराळा अडथळा (रोध) उत्पन्न करते. त्यामुळे विद्युतवाहन क्षमतेच्या संदर्भात वाहकांची तुलना करण्यापूर्वी वाहकाचा रोध मोजला जाणे महत्त्वाचे ठरते.

वाहकाचा रोध ओहम या एककात मोजतात. जर्मन शास्त्रज्ञ जॉर्ज सायमन् ओहम याच्या सन्मानार्थ हे एकक तयार करण्यात आले आहे. त्यासाठी Ω हे चिन्ह वापरतात, त्याचा उच्चार ओमेगा असा करतात. 1Ω म्हणजे आठ ओहम रोध असे समजावयाचे. १ मिमी जाडीची (म्हणजे व्यासाची) ५० मीटर लांबीची तांब्याची तार १ ओहम रोध उत्पन्न करते किंवा घरातील नेहमीचा बल्ब ४००० ओहम रोध निर्माण करतो. वाहकावरील रोधक आवरण (लाल/पिवळे

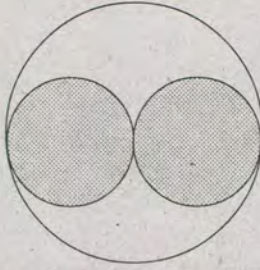
वेष्टण) हे कमीत कमी १ मेगा ओहम म्हणजे एक दशलक्ष ओहम रोध उत्पन्न करीत असल्याने आपण वाहकाला हात लावू शकतो.

वाहकाचा आकार

अरुंद दारातून प्रचंड गर्दी बाहेर पडताना चेंगराचेंगरी होण्याची शक्यता असते याउलट दरवाजा मोठा असेल तर मात्र गर्दी सहज बाहेर पडू शकते. त्याचप्रमाणे विद्युत धारेला (प्रवाहाला) वाहकामुळे होणारा अडथळा (रोध) हा वाहकाच्या काट-छेदावर (cross-section) अवलंबून असतो. हा काटछेद जितका अधिक, तितका रोध कमी किंवा याउलट.

काटछेद म्हणजे वाहकाचा आडवा छेद. दंडगोलाकार तारेचा काटछेद अर्थातच वर्तुळाकार होणार, तर इष्टिकाचिती आकाराच्या वस्तूचा काटछेद आयताकार होणार. गणिताच्या भाषेत रोध आणि काटछेदाचे क्षेत्रफळ हे एकमेकांच्या व्यस्त प्रमाणात आहेत. म्हणजे काटछेदाचे क्षेत्रफळ निम्मे केले की रोध दुप्पट होणार.

वाहक (म्हणजे धातूची तार) सामान्यतः दंडगोलाकार असल्याने, तारेच्या वर्तुळाकृती



काटछेदाचे क्षेत्रफळ म्हणजे वर्तुळाचे क्षेत्रफळ विचारात घ्यावे लागणार. वर्तुळाचे क्षेत्रफळ त्याच्या त्रिज्येच्या वर्गाच्या समप्रमाणात बदलते. म्हणजे वर्तुळाची त्रिज्या निमपट केली की क्षेत्रफळ $\frac{1}{4}$ पट होणार. वरच्या आकृतीतील प्रत्येक लहान वर्तुळाचे क्षेत्रफळ हे संपूर्ण वर्तुळाच्या क्षेत्रफळाच्या चौथा हिस्सा आहे.

समजा एका वाहकाचा (म्हणजे समजा तारेचा) व्यास १ मिलीमिटर आहे अन् रोध आहे $\frac{1}{2}$ ओहम. तर एका मिलिमिटरच्या $\frac{1}{3}$ व्यास असणाऱ्या त्याच प्रकारच्या दुसऱ्या तारेचा रोध काढावयाचा आहे.

दुसऱ्या तारेचा व्यास पहिल्या तारेच्या व्यासाच्या $\frac{1}{3}$ आहे.

म्हणजे पहिल्याच्या काटछेदाच्या $\frac{1}{9}$ दुसऱ्याचा काटछेद होणार.

म्हणजे रोध पहिल्याच्या रोधाच्या ९ पट होणार. उत्तर येणार $\frac{1}{2} \times 9 = 4.5$ ओहम.

वाहकाची लांबी

समजा एकसमान जाडीची १ मीटर लांबीची तार विद्युत धारेला काही अडथळा

उत्पन्न करते. आता पुढच्या १ मीटर मध्येही असाच रोध उत्पन्न होणार म्हणजे वाहकातील रोध वाहकाच्या लांबीशी समप्रमाणात असणार.

उदाहरणार्थ १ किमी लांबीच्या तारेत 11Ω रोध उत्पन्न होतो आहे २ किमी मध्ये तो 176Ω इतका तर २ मीटरमध्ये तो $(11 \times 2 \div 1000 = 0.022\Omega)$ इतका (च) असणार.

रोधकता

वाहक ज्या द्रव्याचा बनलेला आहे त्या द्रव्यावर वाहकाची रोधकता अवलंबून आहे. आता वाहकांच्या रोधकतेची तुलना करण्यासाठी, त्या द्रव्याचा १ घनमीटर आकारमानाचा ठोकळा विचारात घेऊन त्याच्या समोरासमोरील पृष्ठांतून विद्युत धारा प्रवाहित केली असता होणाऱ्या रोधाचा विचार केला जातो.

निरनिराळ्या मूलद्रव्यांची रोधकता अशी आहे.

चांदी	0.016 मायक्रोहम्स/मी ^३
तांबे	0.017 मायक्रोहम्स/मी ^३
लोकंड	0.120 मायक्रोहम्स/मी ^३
कार्बन	50.00 मायक्रोहम्स/मी ^३

धातूतील थोडीशी अशुद्धता त्याच्या रोधकतेत प्रचंड वाढ करते. मूलद्रव्यांच्या रोधकतेपेक्षा त्यांच्यापासून तयार केलेल्या संमिश्रांची रोधकता अधिक असते. मीटर घन आणि घनमीटर मधला फरक लक्षात

घ्यायला हवा. मीटर घन म्हणजे १ घनमीटर आकारमानाची पण १ मीटर लांबी व १ वर्गमीटर काटछेदाचे क्षेत्रफळ असणारी वस्तू तर घनमीटर हे आकारमानाचे एकक आहे.

द्रव्याची रोधकता ठाऊक असल्यास त्यापासून बनविलेल्या वाहकाची रोधकता आपणास काढता येते. १ मीटर लांबीच्या व काटछेदाचे क्षेत्रफळ १ वर्गमीटर असणाऱ्या वाहकाचा रोध म्हणजे त्याची रोधकता. लांबीच्या समप्रमाणात व काटछेदाच्या क्षेत्रफळाच्या व्यस्त प्रमाणात रोध असतो हे आपणास ठाऊक झाले आहे. त्यामुळे रोधकतास लांबी (मीटरमध्ये) ने गुणून व वर्गमीटरमधील काटछेद क्षेत्रफळाने भागून आपणास रोधाचे मूल्य मिळू शकते.

उदाहरणार्थ ५० मीटर लांब व काटछेदाचे क्षेत्रफळ १ वर्ग मिलिमिटर असणाऱ्या शुद्ध तांब्याच्या तारेचा रोध काढा असा प्रश्न असल्यास पुढील आकडेमोड करावी लागेल. लांबी = ५० मीटर, काटछेदाचे क्षेत्रफळ = १ वर्ग मिलीमिटर

$$= ०.०००००१ \text{ वर्गमीटर.}$$

तांब्याची रोधकता

$$= ०.०१७ \text{ मायक्रोहमस / मी}^३$$

$$= ०.०००००००१७ \text{ ओहम / मीटर घन}$$

$$\therefore \text{रोध} = \frac{\text{रोधकता} \times \text{लांबी}}{\text{क्षेत्रफळ}}$$

$$= \frac{०.०००००००१७ \times ५०}{०.०००००१} = ०.८५ \Omega$$

रोधकतेसाठी ρ [(ऱ्हो) (Rho)] हे चिन्ह वापरतात लांबीसाठी l व क्षेत्रफळासाठी A

$$\text{अशी अक्षरे वापरल्यास रोध} = \rho \frac{l}{A} \text{ असे}$$

सूत्र बनते. खूपदा, रोधकता मीटर घन ऐवजी सेमीघन या एककात मोजतात, अशावेळी वाहकाची लांबी सेंटीमीटर व काटछेदाचे क्षेत्रफळ वर्गसेमीमध्ये घ्यावे लागते.

सुवाहकाचे वैशिष्ट्य म्हणजे त्याच्याकडून कमीत कमी रोध उत्पन्न केला जातो. याउलट दुर्वाहकाचे वैशिष्ट्य म्हणजे त्याच्याकडून अधिकाधिक रोध उत्पन्न होत असतो. म्हणजे वाहकता व रोध यांच्यात व्यस्त प्रमाण

$$\text{आहे, म्हणून वाहकता} = \frac{१}{\text{रोध}}$$

तापमानाचा परिणाम

तापमानाच्या बदलाचा वाहकाच्या रोधावर परिणाम होत असतो. बहुतांशी सर्व वाहकाच्या बांबतीत अधिक तापमानाला अधिक रोध अशीच स्थिती असते. रोधकता ही शून्य अंश सेल्सिअस तापमानाला किती आहे त्याची कोष्टके असतात. या किमती प्रयोग करून शोधलेल्या असतात. थोड्या वेगळ्या तापमानासाठी ० पेक्षा किती अधिक तापमान आहे, त्या प्रमाणात बदल केला जातो. या प्रमाणाला रोधाचा तापमान सहगुणक असे म्हणतात. हे आपण उदाहरणाने पाहूया.

तांब्याचा प्रतिअंश तापमान सहगुणक 0.004 आहे आणि शून्य अंशाला एका तांब्याच्या तारेचा रोध 100Ω आहे. तर 20°C ला त्याचा किती रोध असेल ?

प्रश्नात दिलेला सहगुणक हा शून्य अंशाचा विचार करून 0.004 दिलेला आहे म्हणजे 20°C ला रोधात झालेली वाढ ही $0.004 \times 20 = .08$ इतकी आहे आणि 0°C ला तारेचा रोध 100Ω आहे म्हणजे एकूण वाढ $100 \times 0.08 = 8\Omega$ झाली. म्हणजे 20°C ला एकूण रोध $100 + 8 \pm 108\Omega$ इतका होणार.

सुवाहकांच्या विचाराबरोबरच दुर्वाहकांचाही विचार करावयास हवा. कार्बनसारख्या दुर्वाहकात तापमानाच्या वाढीबरोबर रोध कमी होऊ लागतो. अशा पदार्थातील तापमान सहगुणक ऋण मानतात त्यामुळे तापमानाच्या वाढीबरोबर योग्य त्या प्रमाणातील तापमान सहगुणकाची किंमत वाढविण्याऐवजी कमी करतात.

अर्धवाहकांचा (semi-conductors) मुद्दा तर अगदी विशेषच आहे. अर्धवाहकातील रोधकता तुलनात्मकदृष्ट्या अधिक असते. तापमानातील थोड्याशा बदलाचाही परिणाम पदार्थाच्या रोधावर अशा अर्धवाहकांच्या बाबतीत होत असतो.

ऋण आणि धन अशा दोन्ही किंमतीबाबत आपण, रोधाच्या तापमान सहगुणकाचा विचार केला पण काही संमिश्रांचा हा

सहगुणक जवळजवळ शून्य असतो. त्यामुळे अशा संमिश्रांचा वापर करून प्रमाणित रोध (standard resistances) तयार केले जातात. अशा रोधांवरून, म्हणजे त्यांच्या किंमतींवरून, माहित नसलेल्या रोधांची किंमत शोधली जाते.

चांदीचा व तांब्याचा रोध तापमान सहगुणक 0.004 प्रति अंश सेल्सिअस, लोखंडाचा 0.006 प्रति अंश सेल्सिअस इतका आहे. साधारणपणे सर्वात कमी किंमत 0.00002 इतकी आहे आणि व्यावहारिक दृष्ट्या उपयुक्ततेच्या संदर्भात हे मूल्य असणारी मूलद्रव्ये तापमान फरकात रोधाची किंमत बदलवित नाहीत.

वाहकांची रोध पूर्णकणे कमी करण्यासाठी तापमान सर्वात कमी करण्याची योजना वापरली जाते. विद्युतधारा विना अडथळा प्रवाहीत होण्याची संकल्पना म्हणजे अतिसंवाहकता (super conductivity) होय.

निरनिराळ्या रोधांची व विद्युत साधनांची विद्युत परिपथातील मांडणीही विद्युत धारेच्या प्रवाहावर परिणाम करणारी असते. त्यासंबंधीची माहिती आणखी एखाद्या लेखाचा विषय आहे.



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

अंडम आणि इव्हचा शोध

लेखक : जॉन टिअरनी, लिंडा राइट, कारेन स्पिंगेन • अनुवाद : गो. ल. लोंढे



विविध वंशातील मानवांच्या पेशीतील उर्जाकेंद्रांचा (Mitochondrial) अभ्यास करून त्यावरून असे पुढे

आले की या सर्वांची उत्पत्ती एकाच स्त्रीच्या वंशात झाली असली पाहिजे (तिलाच उर्जाकेंद्रिय इव्ह म्हटले गेले.)

पारंपरिक पुरातत्त्वज्ञसुद्धा तिच्या अस्तित्वाविरुद्ध संशय घेऊ शकत नाहीत. त्यांना धक्का बसला आहे, तो तिच्या जन्मतारखेवरून. इव्हच्या ऊर्जाकेंद्रातील DNA चे वेळोवेळी म्युटेशन झाले असणार. त्याचा हिशोब बर्कले येथील शास्त्रज्ञांनी केला. इव्हच्या मूळ डीएनए मध्ये उत्परिवर्तन (म्युटेशन) होत होत वेगवेगळे वंश निर्माण झाले. हे बदल अगदी नियमित होत असावेत असे गृहीत धरले गेले. हे गृहीतक वादग्रस्त असले तरी त्याला अभ्यासाचा आधार आहे.

एक लाख वर्षात ऊर्जाकेंद्रातील डीएनए मध्ये २ ते ४ टक्के म्युटेशन होते. या हिशोबाने इव्हचा वावर सुमारे

१,४०,००० ते २,९०,००० वर्षांपूर्वी असावा, असे मत १९८७ साली प्रसिद्ध झाले. बर्कलेच्या शास्त्रज्ञांच्या या मताशी एमरी विद्यापीठाचे डग्लस वॅलेस व त्यांचे संशोधक सहकारी सहमत आहेत.

एमरी विद्यापीठाच्या संशोधकांना असे वाटत होते की इव्हचे वास्तव्य आशियात असावे. चार खंडातील सातशे लोकांकडून मिळवलेल्या मायटोकॉण्ड्रियल डीएनएचा त्यांनी अभ्यास केला होता व त्याच्या आधारावरच त्यांना असे वाटत होते. डीएनएचे बारीक तुकडे करण्यासाठी त्यांनी वेगळी पद्धत वापरली होती. तसेच त्यांनी तयार केलेला वंशवृक्षही थोडा वेगळा होता.

त्यांनाही वंशवृक्षाचे मूळ एका स्त्रीपर्यंत पोहोचते असे आढळले होते. त्यांच्या अंदाजाने आद्य स्त्री १,५०,००० ते २००,००० वर्षांपूर्वी वावरत असावी. मात्र वॅलेसने जमविलेल्या माहितीवरून असे वाटू लागते की इव्ह चीनच्या दक्षिणपूर्व टोकाकडील असावी. पण त्याचवेळी वॅलेस एक सावधगिरीची सूचना देऊन ठेवतो की मिळालेल्या माहितीवरून काढलेला निष्कर्ष ही केवळ एक शक्यता असू शकते. याच माहितीबरोबर वेगळी गृहीतके असतील तर आद्य स्त्री आफ्रिकन असावी असा निष्कर्ष निघेल. म्हणजेच इव्ह आशियातील असावी की आफ्रिकेतील असावी हे आपण नक्की ठरवू शकत नाही.

त्याच सुमारास मिळालेल्या पुराव्यांनी इव्ह आफ्रिकन असावी या मताला पाठिंबा दिला. दुसऱ्या जनुकीय अभ्यासांचे निष्कर्ष व सापडलेल्या जीवाश्माचे (निखातकांचे) नमुने सुद्धा इव्ह आफ्रिकन असावी असे दर्शवितात. कारण आधुनिक मानवाचे सर्वात जुने अवशेष आफ्रिकेतच मिळाले आहेत.

जर इव्हचे अस्तित्व दोन लाख वर्षांपूर्वीचे असेल, तर ती आधुनिक मानव असली पाहिजे. कदाचित आधुनिक मानवजातीच्या पहिल्या पिढीतील स्त्री असू शकेल. तसे असेल तर आजच्या आफ्रिकनांप्रमाणे ती पुष्ट स्नायूंची आणि पिळदार अंगयष्टीची असावी किंवा कदाचित तिचे वंशज

आधुनिक मानव म्हणून उत्क्रांत झाले असतील. इव्हच आपली एक पायरी आधीची पूर्वज असेल आणि प्राचीन होमोसेपिअन असल्यामुळे ती बलदंड असेल, तिचा चेहरा मोठा व रुंद असेल. दाट भुवया पुढे आलेल्या असतील व कपाळ मागे झुकलेले असेल. आजच्या दक्षिण आफ्रिकेतील बुशमेन या आदिवासींप्रमाणे ती शिकार मिळवत असेल. वीस पंचवीस जणांच्या टोळीत ती रहात असेल. अंगावर पिणाऱ्या मुलाला पाटुंगळी मारून ती शिकार करीत रानोमाळ भटकत असेल. सर्व जगातील माणसे, जावा मानव, पेंकिंग मानव लाखो वर्षांपासून - आधुनिक इव्हच्या आधीपासूनच असेच जीवन जगत होते.

इतरांचे वंशज कुठे गेले ?

प्रश्न असा पडतो, की मग, जगभरातील त्या इतर मानवांचे काय झाले? कारण इतर स्त्रियांच्या उर्जाकेंद्रातील जनुके आताच्या संशोधनात सापडलेली नाहीत. येथील जीवशास्त्रज्ञ हा असा निष्कर्ष काढतात की सुमारे १०,००० ते १,८०,००० वर्षांपूर्वी इव्हच्या काही वंशजांनी आपला देश सोडला असेल. त्यापैकी काही लोक आशियात गेले असतील, तर काही लोक त्यांच्याही पुढे युरोपात गेले असतील. निऑण्डरथल मानव मानवाशी व प्राचीन होमो सेपिअनशी त्यांची गाठ पडली असेल. बहुधा पुष्कळ ठिकाणी

बाकी लोकसंख्येचा न्हास कसा झाला ?

खरं म्हणजे याचे कारण कोणालाच उलगाडले नाही. कदाचित परिस्थितीचा रेटा हे एक कारण असेल. कदाचित प्लेगसारख्या रोगाचा प्रादुर्भाव झाला असेल. त्यातून मोठ्या प्रमाणात नरसंहार झाला असेल. त्या काळात इव्ह परिस्थितीवर मात करू शकली, परिस्थितीला बळी पडली नाही. कदाचित तिच्या जमातीने शिकार मिळवण्यासाठी खूप दूरवर स्थलांतर केले असेल. तेथे मात्र संकटांचे सावट आले नसेल. तिथे परिस्थितीवर मात करण्याची क्षमता तिच्या अंगी उत्पन्न झाली असेल. दैनंदिन अडचणींना तोंड देण्याचे कौशल्य तिच्यात उत्पन्न झाले असेल. तिच्या मार्गात आड येणारांची कदाचित तिने हत्या केली असेल. तिच्या जमातीच्या लोकांमध्ये चपळपणा, चौकसपणा असेल. त्यांची रोगप्रतिकारशक्ती जास्त असेल. शिकारीची आयुधे वापरण्यात ते तत्कालीन लोकांपेक्षा जास्त हुशार असतील.

स्थानिक लोकांची संख्या जास्त असेल, पण इव्हच्या मुली जिथे जिथे गेल्या तिथे तिथे त्यांचे मायटोक्रॉड्रियल डीएनए टिकून राहिले.

बाहेरून आलेल्या लोकांनी स्थानिक लोकांना ठार मारले असावे काय ? होय, तशी शक्यता आहे. पण कदाचित सत्तासंक्रमण शांततेतही झाले असेल. कारण ते आधुनिक मानव होते. इव्हचे वंशज आदिवासीच्या मानाने कमी धष्टपुष्ट होते, पण ते कदाचित जास्त संघटित असतील. भविष्यकाळासाठी नियोजन करण्यात अधिक कुशल असतील. दगडी आयुधे (शिकारीसाठी) त्यांना आदिवासींपेक्षा जास्त चांगली बनवता येत असतील. जशी त्यांची भरभराट होत गेली, जशी त्यांची वंशावळ वाढत गेली, तसतसे

त्यांनी तेथील फळे खाऊन, व प्राणीही शिकार करून, त्यांचे प्रमाण कमी केले. त्यामुळे आदिवासींना फळे व शिकार मिळणे अवघड झाले. त्यांच्या मृत्युदरात थोडी वाढ झाली व साधारण हजारएक वर्षांमध्ये त्यांचा पूर्णपणे लोप झाला असेल.

परकीयांनी स्थानिक लोकांशी (आदिवासींशी) विवाह केले असतील व मिश्र संतति उत्पन्न झाली असेल. काही शास्त्रज्ञांना निअॅण्डरथलची अंधुक लक्षणे आधुनिक युरोपिअनात दिसतात. त्यांच्या पेशींच्या केंद्रातील जनुके पुढच्या पिढ्यांमध्ये संक्रमित होत गेली असतील ही शक्यता इव्हच्या गृहीतकात नाकारलेली नाही पण वस्तुस्थिती अशी होती की, निअॅण्डरथलच्या

उर्जाकें द्रातील जनुके, इव्हचे वंशज आल्यानंतर पूर्णपणे लुप्त झाली होती. म्हणून बर्कले येथील व एमरी येथील, अशा दोन्ही ठिकाणच्या जीवशास्त्रज्ञांनी असा अंदाज बांधला आहे की परकीय आणि आदिवासी यांच्यात मिश्र संतती अगदी नगण्य प्रमाणात झाली असेल. कदाचित परकीय लोक इतके वेगळे असतील की मिश्र विवाह होऊ शकले नसतील. कदाचित स्थानिक लोक परकीयांना फारच मागास वाटले असतील त्यामुळे त्यांनी त्यांना टाळलेही असेल. काही शास्त्रज्ञांना असे वाटते की निअॅण्डरथल मध्ये तोपर्यंत वाचाशक्ती आलेली नव्हती, त्यामुळे त्यांनी प्रियाराधनेसाठी केलेले प्रयत्न फुकट गेले असतील.

संकराचा हा प्रश्न फार बिकट आहे अश्मांच्या अभ्यासातील निष्कर्ष व रेण्वीय जीवशास्त्रातून आलेले निष्कर्ष यांच्यामधील वादाच्या केंद्रस्थानी हाच प्रश्न आहे. मिशिगन विद्यापीठाचा गिलफोर्ड वुलपॉफ हा वंशशास्त्रज्ञांचा कट्टर विरोधक आणि टीकाकार होता. त्याचा असा ठाम विश्वास होती की आपला आद्य पूर्वज सुमारे १० लाख वर्षांपूर्वीचा असावा. तो म्हणतो 'मिळालेल्या पुराव्यांवरून निघणारा स्पष्ट निष्कर्ष हा आहे, की आफ्रिकेतून बाहेर पडलेले इव्हचे वंशज अनेक ठिकाणी पसरले पण तेथील स्थानिक वसाहतींमध्ये अजिबात मिसळले नाहीत. हे मला अविश्वसनीय

आणि आश्चर्यकारक वाटते. आपल्याला माहीत असलेल्या इतिहासातील नोंदीप्रमाणे मानव समूह एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वस्ती हलवतात, तेव्हा नेहमीच वर्णसंकर होतो किंवा एका वस्तीतील स्त्रिया विवाह करून दुसऱ्या वस्त्यांमध्ये जातात. वेगवेगळ्या समूहांमध्ये सहकार्य प्रस्थापित होऊन, परस्पर संकर होऊन त्यांचे एक मोठे कुटुंब बनते. असा इतिहास मला जास्त विश्वसनीय वाटतो.'

नोहाची होडी का मेणबत्तीचा स्टॅंड ?

वुलपॉफला उत्क्रांतीचा आपला हा सिद्धांत अधिक समाधानकारक वाटतो. जर इव्हच्या वंशजांनी स्थानिक लोकांना - आपल्या सर्व प्रतिस्पर्धींना नष्ट केले असेल तर बायबलमधील इव्हच्या गोष्टीतील तिचा खुनी मुलगा केन याचेच नाव या सिद्धांताला द्यायला पाहिजे असे वुलपॉफ सुचवतो. हॉर्वर्डच्या डब्ल्यू. डब्ल्यू हॉवेलच्या मते या सिद्धांताला तर नोहाची होडीच म्हणायला पाहिजे. आधुनिक मानव कसा उत्क्रांत व विकसित होत गेला याबद्दल असे दोन प्रकारचे मतप्रवाह आहेत. १ लाख ते २ लाख वर्षांपूर्वी आधुनिक मानवाचा एक गट एकाच ठिकाणी वावरत असेल त्यातील छोटे छोटे गट जगभर पसरून फोफावले असतील. हा एक मत प्रवाह आहे.

आणि हा एक गट सोडून सोडून इतर

जमातींना उत्क्रांतिची शिडी (सोपान) चढण्यात - वंशवृक्षावर फोफावण्यात अपयश आले असेल. DNA चा पुरावा मिळण्याच्या बरेच आधी काही पुरातत्त्वज्ञानीही एक कल्पना अशी उचलून धरली होती की मानवजातीचा उगम एकाच ठिकाणी झाला असला पाहिजे.

दुसऱ्या मतप्रवाहाला हॉवेल 'मेणबत्तीच्या स्टँड'ची उपमा देतो. खूप प्राचीन काळी मानवाच्या वेगवेगळ्या जाती-जमाती उत्पन्न झाल्या असतील, त्या जगात वेगवेगळ्या ठिकाणी स्वतंत्रपणे पसरल्या व आधुनिक मानवात विकसित झाल्या असतील यास मेणबत्तीच्या घरात समांतर ठेवलेल्या मेणबत्त्यांची उपमा हॉवेलने वापरलेली आहे. १९६२ मध्ये कार्लटन कूनने 'द ओरीजिन ऑफ रेसेस' हे पुस्तक लिहिले. त्यामुळे हा मतप्रवाह दृढमूल झाला. आज दिसतो त्या स्वरूपात आधुनिक मानव काही एकाएकी अवतरला नाही. त्याचे आजचे स्वरूप हे उत्क्रांत स्वरूप आहे असे कूनचे मत आहे. त्याच पुस्तकात एके ठिकाणी तो म्हणतो 'मानवजातींच्या वेगवेगळ्या वंशात असणाऱ्या दृश्य आणि अदृश्य बदलांचे आकलन आपल्याला केवळ इतिहासाच्या अभ्यासानेच होईल. कालाच्या चक्रव्यूहातून प्रत्येक मुख्य वंशाने आपापला स्वतंत्र मार्ग चोखाळलेला आहे.'

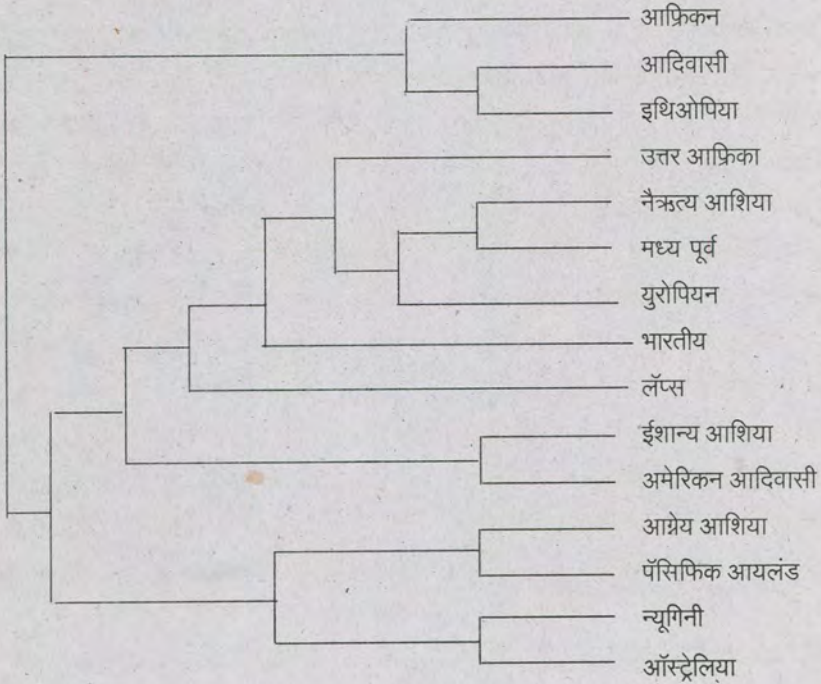
दुर्दैवाने कूनने प्रसिद्ध केलेले मत व

त्यावरून काढलेले अनुमान वर्णविद्वेषक ठरले. कृष्णवर्णीयांची उत्क्रांतीतील प्रगती सर्वात शेवटी झाली. म्हणून आफ्रिकन वसाहती मागासलेल्या राहिल्या असे त्याने विधान केले. सर्वात प्रथम मानवाचा वावर जरी आफ्रिकेत होता तरी आधुनिक मानव प्रथम युरोप आणि आशियामध्ये वावरू लागले. अलंकारिक भाषेत असे म्हणता येईल की आफ्रिका हा मानवजातीचा पाळणा असेल, पण ती फक्त एक निकृष्ट दर्जाची बालवाडी होती. त्याचा हा सिद्धांत फारच चुकीचा ठरला. नंतर लगेचच आफ्रिकेमध्ये काही हाडे सापडली. ती एक लाख वर्षापूर्वीच्या आधुनिक मानवाची हाडे होती. अशी हाडे इस्त्राईल देशातही सापडली होती, ती तितकीच जुनी असावीत. त्याच्या आधी असे गृहीत धरले जात होते की ३५००० वर्षापूर्वी आधुनिक मानवाचा वावरच नव्हता. कारण युरोपात सापडलेले आधुनिक मानवाचे सर्वात जुने अवशेष ३५,००० वर्षापूर्वीचे होते. तेव्हा आफ्रिकेत सापडलेले १,००,००० वर्षापूर्वीचे आधुनिक मानवाचे अवशेष पहाता, कृष्णवर्णीय आधुनिक मानव सर्वात अलिकडे उत्क्रांत झाला, असे म्हणणे पूर्णतः चुकीचेच ठरते.

मात्र कूनची चूक, मेणबत्तीचे गृहीतक निकालात काढू शकत नव्हती. कूनच्या कल्पनेची सुधारित आवृत्ती आजही लोकप्रिय आहे. वुलपॉफ जाळीदार ताटीच्या कल्पनेला

उत्क्रांती वृक्ष

विविध मानवी वंशाची उत्क्रांती कशी कशी होत गेली ते दाखविणारा वृक्ष



प्राधान्य देतो ! युरोपातील निअॅण्डरथल युरोपिअन मानव विकसित झाला. पेकिंग मानवापासून आधुनिक चिनी मानव विकसित झाला. परकीयांबरोबर नवीन जनुके आली पण त्यावर एतद्देशीयांच्या गुणवैशिष्ट्यांनी मात केली. म्हणूनच निअॅण्डरथल व आजच्या युरोपिअन माणसाचे नाक मोठे दिसते. पेकिंग मानव आणि बीजींगच्या आजच्या रहिवाशांचे चेहरे बसकट वाटतात. ऑस्ट्रेलियन आदिवासी आणि जावा

मानवाचे कपाळ सपाट वाटते. इव्हचे वंशज जगात ठिकठिकाणी जाऊन पोहचल्यानंतर जर तेथील आदिवासी नाहीसे झाले असते, तर मानववंशांमध्ये अशी साम्य स्थळे दिसलीच नसती.

काही शास्त्रज्ञांना हे साम्य विश्वसनीय वाटत नाही. कदाचित योगायोगाने निअॅण्डरथल व अर्वाचीन युरोपिअन मानवाच्या नाकाचा आकार मोठा आढळत असेल, असे त्यांना वाटते. नोहाच्या होडीची

विचारसरणी मान्य करणाच्या समर्थकांना प्राचीन आणि अर्वाचीन मानवातील फरकच जास्त खटकत होते. उदाहरणार्थ, निऑण्डरथलचे शरीर जास्त धिप्पाड होते. आधुनिक युरोपिअनाचे शरीर तसे आणि तितके धिप्पाड नाही. आजच्या युरोपिअन मानवाच्या हातपायांची प्रमाणबद्धता ध्रुववृत्तावरील मानवाच्या हातापायाच्या प्रमाणबद्धतेशी मिळती-जुळती होती. कदाचित इव्हच्याही शरीराची प्रमाणे अशीच असावीत. निऑण्डरथल मानव आधुनिक युरोपिअन मानवात उत्क्रांत झाल्याचे कोणतेही पुरातत्त्वीय पुरावे मिळालेले नाहीत. काही वंशशास्त्रज्ञ संकरित मानवाच्या हाडांचे पुरावे सादर करतात पण ते पुरावे आक्षेपार्ह ठरले आहेत.

यावर ब्रिटीश वस्तुसंग्रहालयाचा ख्रिस्तोफोर स्ट्रिंजर म्हणतो, “संकर झाले असल्याची शक्यता मी नाकारित नाही, पण तशी चिन्हे मला जीवाश्मांमध्ये आढळत नाहीत. युरोप आणि नैऋत्य आशिया या दोन ठिकाणांहून आम्हाला अतिशय चांगले जीवाश्म मिळाले आहेत. प्राचीन आणि आधुनिक मानवाच्या स्वरूपातील फरक खूपच जास्त आहे. संपूर्ण सांगाडा आणि कवटीची रचना बदललेली आहे. प्राचीन मानवाची जागा आता आधुनिक मानवाने घेतली आहे असेच जीवाश्मांच्या पुराव्यावरून दिसते. डीएनएचा पुरावा माझ्या

म्हणण्याला दुजोरा देणारा आहे यात मला आनंदच वाटला.”

बरेचसे वंशशास्त्रज्ञ मात्र जनुकीय पुराव्यांमधून दिसणारे सत्य उघडउघड नाकारीतही नाहीत व मोकळ्या मनाने स्वीकारीतही नाहीत. उत्क्रांतिबद्दल झालेल्या संशोधनात पूर्वीच्या संशोधकांकडून चुका झालेल्या असल्यामुळे कोणत्याही नव्या सिद्धांताकडे ते संशयाच्या दृष्टीने पहातात. एक गोष्ट मात्र ते अगदी निश्चितपणे बरोबर सांगतात, ती म्हणजे अनुवंश शास्त्रज्ञांनी उत्क्रांतिबद्दल मानलेले रेण्वीय घड्याळ चुकलेले असू शकते. गृहीत धरलेल्या काही गोष्टीत बदल केला तर इव्हचा जन्मदिन काही लाख वर्षांनी मागे सरकतो व पेकिंग मानव पुन्हा आपल्या वंशावळीत येतो. पेनिसिल्व्हानिया या विद्यापीठाचा अलॅन मॅन म्हणतो, “इव्हचा जन्मदिन ठरवण्याबाबत आपण घाई करत आहोत. कदाचित आपल्यासारखे दिसणारे मानव फक्त आधुनिक काळातच वावरत असतील. ऊर्जाकेंद्रातील जनुकांची माहिती मिळवून आपण प्रगतीचा एक महत्त्वपूर्ण टप्पा गाठला आहे.”

पण त्याला पुष्टी देऊ शकेल अशा त्या काळातील जीवाश्मांचा पुरावा मात्र उपलब्ध झालेला नाही. आफ्रिकेतील जीवाश्मांचा पुरावा जेमतेम तळहातावर मावेल इतका कमी आहे. या क्षेत्रात परिस्थिती अशी आहे की,

“कुणीतरी आफ्रिकेत एक दगड उलटतो, आणि सारी पाठ्यपुस्तके नव्याने लिहावी लागतात.”

म्हणून जीवाश्माच्या संशोधकांनी उत्खननाचे काम चालूच ठेवले आहे. २ लाख वर्षांपूर्वीचे पुरावे सापडले तर ते त्यांना हवे आहेत. या कामात कदाचित आनुवंश शास्त्रज्ञांच्या सिद्धांताची पुष्टी होईल. पण वंशशास्त्रज्ञ आता त्याची वाट पहात नाहीत. कधीपासूनच ते इव्हचे गृहीतक विस्तृत करून अँडमचा शोध घेण्याचा प्रयत्न करीत आहेत.

आता अँडमचा शोध

इंग्लंड, फ्रान्स आणि युनायटेड स्टेट्समधील शास्त्रज्ञांचे लक्ष्य आता वाय क्रोमोझोमकडे वेधले आहे. वाय क्रोमोझोम बापापासून मुलाकडे, मुलापासून त्याच्या मुलाकडे म्हणजे पुरुषांपासून फक्त पुरुषांकडेच संक्रमित होत असतात. पेशीच्या केंद्रस्थानी असलेल्या DNA चा वाय क्रोमोझोम हा एक भाग असल्यामुळे व तेथे असलेल्या जनुकांची संख्या ऊर्जाकेंद्रातील जनुकांच्या संख्येपेक्षा जास्त असते त्यामुळे मागोवा घेण्याचे काम अधिक कठीण होते. अशा रीतीने मागोवा घेता घेता सापडलेला अँडम (मूळ पुरुष) हा असा नशीबवान बाप असेल की त्याच्या प्रत्येक पिढीत एक तरी पुरुष वंशज असेल. इव्ह ज्या काळात शिकार करून अन्न मिळवीत होती. त्याच काळात तोही वावरत

असेल. किंवा कदाचित तो दुसऱ्या काळातीलही असू शकेल. मात्र त्याच्या जन्माचा कालखंड आणि वावरण्याचा प्रदेश आणि इव्हच्या जन्माचा कालखंड आणि इव्हचा वावरण्याचा प्रदेश यात खूपच भिन्नता असेल तर इव्हच्या गृहीतकाला धक्का बसतो. येत्या काही वर्षात या प्रश्नाचे उत्तर मिळेल अशी संशोधकांना आशा वाटते.

शास्त्रज्ञ ज्याची वाट पहात आहेत तो अँडम जरी अजून त्यांना सापडलेला नसला तरी दरम्यान एक असा तात्पुरता उमेदवार (अँडमसारखा) आहे की त्याचे आपण वंशज आहोत. आपण सर्वजण इव्हच्या मुलींकडेचे वंशज आहोत. त्यांचा कोणीही पुरुषवंशज हा आपला पूर्वजच आहे. तो पूर्वज कदाचित इव्हचा नवरा नसेलही. कोण जाणे, इव्हला कदाचित एकापेक्षा जास्त नवरेही असू शकतात. पण इव्हच्या मुलींचे आईकडून आजोबा मात्र एकच असतील. म्हणून अँडम हे इव्हचे वडील असतील असे म्हणणे सध्यातरी सयुक्तिक वाटते.

स्रोत : Best Science Writing : Readings & Insights जानेवारी १९८८ च्या 'न्यूजवीक' मध्ये प्रसिद्ध झालेल्या या लेखाला विज्ञानलेखनाचे पारितोषिक मिळाले होते.



लेखक : जॉन टिअरनी, लिंडा राइट,
कारेन स्पिंगेन

अनुवाद : गो. ल. लॉडे, निवृत्त प्राचार्य.

फ्रान्सच्या राज्यक्रान्तीतील शोकान्तिकेचा नायक

अँटाइने लॉरन्ट लॅव्हॉजिए

लेखक : रविंद्र गणेश वझे

फ्रान्समध्ये अनेक मान्यवर व विविध क्षेत्रातील कर्तबगार लोकांचा जन्म झाला. त्यांच्या कर्तृत्वाचा ठसा जागतिक घडामोडींवर विशेषतः वैज्ञानिक

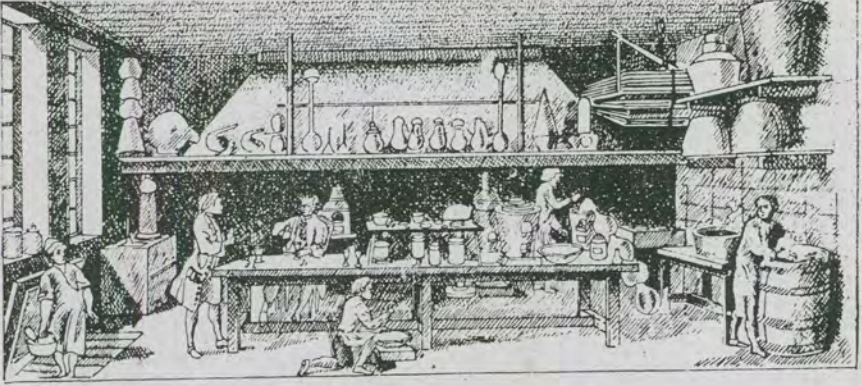


प्रगतीवर निश्चित पडला आहे. आधुनिक रसायनशास्त्राचा जनक म्हणून ज्याला ओळखता येईल असा अँटाइने लॉरन्ट लॅव्हॉजिए एक होय. कारण त्याने मूलगामी तत्त्वावर रसायनशास्त्राची पुनर्रचना केली आणि नवीन भाषा (संज्ञा) परिमाण व दिशा या शास्त्राला दिली.

पॅरिसमधील एका सॉलिसिटरच्या पोटी २७ ऑगस्ट १७४३ रोजी त्याचा जन्म झाला. त्याची आई विधिव्यावसायिक घराण्यातील होती. तोच वारसा पुढे चालविण्याच्या दृष्टीने शालेय व महाविद्यालयीन शिक्षणानंतर, सतत नऊ वर्षे अभ्यास करून तो कायद्याचा पदवीधर झाला. विधिविषयातील हे प्रशिक्षण

व्यावसायिक जीवनात तसेच विज्ञानविषयक संशोधनकार्यात आणि अभ्यासात नेमकेपणा व अचूकपणा आणण्यास, त्याला अतिशय उपकारक ठरले. विज्ञानाकडे विशेष

ओढा असल्याने तो आपल्या फावल्या वेळात त्या विषयाच्या प्रयोगात मग्न असे. तेव्हा त्याला जेवण्याखाण्याची शुद्ध नसे. शिवाय दररोज सकाळी ६ ते ९ व रात्री ७ ते १० पर्यंत तो आपल्या भट्टीपाशी प्रयोग करीत उभा असे. ते पाहून ग्वेटार्ड ह्या खनिजशास्त्रज्ञाने त्याला रसायनशास्त्राच्या अभ्यासक्रमासाठी नाव दाखल करण्यास सुचविले. पुढे १७६३ मध्ये त्याने फ्रान्सचा खनिजशास्त्रीय नकाशा तयार करण्याच्या सरकारमान्य प्रकल्पात त्याला सहभागी करून घेतले. त्याच्या मदतीने विविध ठिकाणाच्या खनिजांचे नमुने गोळा करून माहिती संकलित केली. काही अडचणींमुळे ती त्यावेळी प्रकाशित होऊ शकली नाही.



लोखंड किंवा इतर धातूंपासून सोने मिळविण्याचे प्रयत्न प्राचीन काळापासून चालू होते.

भावी जीवनकार्याची मुहूर्तमेढ :-

तथापि त्याचा एक अनुषंगिक फायदा लॅव्हाजिएला झाला. त्या कामाच्या निमित्ताने फ्रान्सच्या ग्रामीण क्षेत्रातून प्रवास करताना, पाणी पुरवठा व पाण्यातील रासायनिक घटकांचे त्याला बारकाईने निरीक्षण करता आले. तेव्हा विपुल प्रमाणात मिळणाऱ्या 'जिप्सम' (प्लॅस्टर ऑफ पॅरिस) कडे त्याचे विशेष लक्ष गेले. जिप्समचे प्लॅस्टरमध्ये रूपांतर करताना ते तापवावे का लागते हे त्याने प्रयोग करून शोधून काढले. आपल्या संशोधनाचे निष्कर्ष, फ्रान्सच्या 'अकॅडमी ऑफ सायन्सेस' समोर मांडले. तसेच वयाची पंचविशी ओलांडण्यापूर्वीच मोहिनीविद्या, अपंगांसाठी खुर्च्याची डिझाईन्स वगैरेबाबत आपले संशोधन त्याने त्या अकॅडमीला सादर केले होते. नवल म्हणजे याच काळात त्याने एक नाटक लिहायला घेतले होते.

त्याच सुमारास अकॅडमीने 'पॅरिसमधील रस्ते रात्री प्रकाशमान करण्याच्या कामी कमी खर्चिक उपाय' या विषयावर एक निबंधस्पर्धा जाहीर केली. त्यात भाग घेताना लॅव्हाजिएने, मेणबत्या, तेल आणि प्रकाश देणारी उपकरणे ह्यांचा खोलात जाऊन अभ्यास केला. त्याच्या शोधनिबंधाला पहिले बक्षिस मिळाले नाही, पण त्या विषयाची 'सर्वोत्कृष्ट सैद्धांतिक मांडणी' अशी परीक्षा समितीने त्याची प्रशंसा केली. फ्रान्सच्या राजाने (पंधरावा लुई) त्याला खास पदक प्रदान करण्याची शिफारस केली. पुढे राजाच्या परवानगीने व प्रोत्साहनाने, काही अत्यंत मौल्यवान हिऱ्यांचे भस्म करून त्याने काही प्रयोग केले. कोळसा व हिरा दोन्ही कार्बनचीच रूपे असल्याचे त्याने सिद्ध केले. पॅरिसमधील बुद्धिवंतांच्या लहानश्या वर्तुळात एव्हाना त्याचा खूप बोलबाला झाला होता.



श्वसनासंबंधीचे प्रयोग करताना लॅव्हॉजिए

अकॅडमीत त्याला प्रवेशही मिळाला.

लाभदायक गुंतवणूक :- त्याच्या वडिलांनी त्याच्या नावे केलेल्या मिळकतीतून त्याने 'फर्मे जनरल' ह्या खासगी वित्तीय कंपनीचा एक भाग खरेदी केला. दरवर्षी सरकारी खजिन्यात ठराविक रकम अदा करण्याच्या मोबदल्यात, तंबाखू, मीठ व आयात मालावर अबकारी कर गोळा करण्याचा अधिकार त्या कंपनीला होता. भागधारकांना गुंतवणुकीवर वार्षिक दहा टक्के व्याज, कंपनीच्या कामासाठी येणारा खर्च व पगार मिळे.

लवकरच त्या कंपनीचे भागीदार सदस्य असलेल्या उमराव घराण्यातील 'पोल्झ' शी त्याचे स्नेहसंबंध जुळून आले. त्याच्या घरी फ्रान्समधील राजकीय व सामाजिक क्षेत्रातील उच्चपदस्थ नित्यनैमित्तिक बैठकीसाठी एकत्र येत. महत्वाकांक्षी लॅव्हॉजिए त्यात कटाक्षाने सामील होई. पोल्झची मुलगी मेरी अॅनशी त्यांचे लग्न झाले.

लॅव्हॉजिएला त्याच्या ध्येयवादी वाटचालीत मेरी अॅनने उत्तम साथ दिली.

प्रायोगिक रसायनशास्त्राचा प्रणेता :- आर्थिक सुस्थिती व सुखी सांसारिक जीवन लाभलेल्या लॅव्हॉजिएची ज्ञानपिपासा प्रखर होती. चौदा, पंधरा व सोळाव्या शतकात युरोपमध्ये विद्येच्या पुनरुज्जीवनाचा काळ होता. सुरुवातीस 'अल्केमी' (धातूचे सोने करणे, अक्षय्य तारुण्य देणारे पेय सिद्ध करणे वगैरे किमया) व नंतर 'फ्लॉजिस्टान' उपपत्ती (धातूमध्ये एक महान अदृश्य गूढ आत्मतत्व असून, ते धातू तापवतानाच नष्ट होते अशी धारणा) ह्या दोन संकल्पनांचा रसायनशास्त्रज्ञावर पगडा होता. लॅव्हॉजिएचा मित्र प्रिस्टले हाही त्या उपपत्तिचा कट्टर समर्थक होता. एक प्रयोग करताना त्याला एक 'आदर्श वायू' चा शोध लागला. त्या प्रयोगाचा सर्व तपशील त्याने लॅव्हॉजिएला कळवला. आपल्या आवडत्या उपपत्तीशी संवादी निष्कर्षही त्याने काढले होतेच.

ऐतिहासिक महत्त्वाचा प्रयोग :- त्यावेळी धातूंच्या ज्वलनासंबंधी लॅव्हॉजिए' प्रयोग करित होता. त्यात धातूंच्या भस्माचे वजन मुळापेक्षा अधिक भरते असे त्याला आढळून आले होते. वास्तविक ते कमी भरावयास हवे होते. त्या प्रश्नात एकीकडे गुंतला असताना, त्याने पारा तापवून एक अभिनव प्रयोग केला. तो सतत बारा दिवस चालू होता. काटेकोरपणे निरीक्षण करून त्याने काढलेले निष्कर्ष रसायनशास्त्राला पायाभूत ठरले आहेत. प्रिस्टले अनुमानित 'आदर्श वायू'चे 'ऑक्सीजन' हे नामकरण त्याने केले. पुढे १७७६-७७ मध्ये 'फ्लॉजिस्टान' उपपत्ती खोडून काढण्यात त्याने साधार यश मिळविले. त्याच्या सर्व शास्त्रीय प्रयोगांचा मूलाधार अचूक वजन-मापे हा होता. प्रयोगांतर्गत विविध घटकांची वजने व मापे नोंदण्याकरिता अनेक तराजू व उपकरणे त्याने स्वतः तयार केली होती.

हायड्रोजन व ऑक्सिजन हे पाण्याचे मुख्य घटक असल्याचे सप्रमाण सिद्ध करून १७८९ मध्ये त्याने ग्रंथरूपाने ते प्रसिद्ध केले. रसायनशास्त्राचा आधारभूत ग्रंथ म्हणून त्याला मान्यता मिळाली.

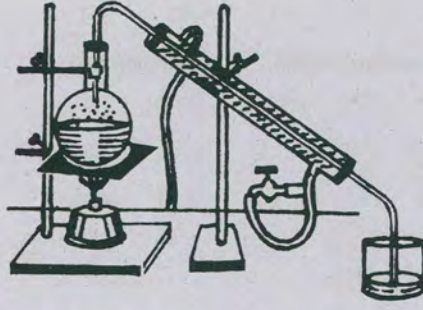
आपल्या अनेकविध कार्यांचा व्याप सांभाळताना लहानसहान उपक्रमासाठीही तो वेळ काढी. शंखजिऱ्यावर संशोधन करताना त्याने सोईस्कर असा 'हैड्रोमीटर' तयार केला होता. ते त्याच्या कार्यक्षेत्राशी व शैलीशी

सुसंगत होते. पण शेती, शरीरशास्त्र, अर्थशास्त्र, शिक्षण या क्षेत्रातही त्याने लक्षणीय कामगिरी केली होती. शेतकऱ्यांच्या हिताच्या दृष्टीने, दुष्काळी परिस्थितीवर कायमस्वरूपी उपाय म्हणून एक विमा योजनाहि त्याने सुचवली होती. 'बुडती हे जन न देखवे डोळां.... अशी त्याची वृत्ती होती. पीडित गावाना सातू (Barley) पुरविण्याची व्यवस्था त्याने केली होती. शेतकऱ्यांना अर्थसहाय्य मिळवून देण्यासाठी सरकारदरबारी तो आपले वजन खर्च करी.

फ्रान्सच्या बँकेचा अध्यक्ष या नात्याने चलनवाढीच्या संदर्भात त्याने सादर केलेला प्रबन्ध आजही नावाजला जातो. 'ड्यू पॉन्ट' हे त्याचे विद्यार्थी होते. त्यांच्या कंपनीचे बंदुकीच्या दारूचे उत्पादन अमेरिकेला निर्यात होत असे. त्या कंपनीची आर्थिक स्थिति सुधारण्यासाठी लॅव्हॉजिएने बहुमोल मार्गदर्शन केले होते. आजही ती कंपनी प्रख्यात आहे.

'गिनिपिग' च्या श्वसनक्रियेवरून त्याने काढलेले निष्कर्ष जीवरसायनशास्त्रात महत्त्वाचे ठरले. माणसाची जगण्याची प्रक्रिया म्हणजे मंदज्वलन असेही प्रतिपादन त्याने केले होते.

संशोधनकार्य हे त्याचे जीवन होते आणि ते अतिशय सखोल, मूलगामी आणि चौफेर होते. त्याचे व्यक्तिगत जीवनही सुखी होते. तो आणखी काही वर्षे जगता तर



‘पाणी तापविल्यास त्याची माती होते’ अशी तत्कालिन समजूत
तपासून पाहण्यासाठी लॅव्हॉजिएने तयार केलेले उपकरण.

ज्ञानविज्ञानाच्या क्षेत्रात त्याने फार मोठी झेप घेतली असती! पण !!!

फ्रेंच राज्यक्रान्तीची वावटळ! - पत्नी मेरी अँन व अन्य मदतनीस यांच्यासह लॅव्हॉजिए आपल्या प्रयोगशाळेत काम करत असताना काही क्रांतिकारी आत घुसले व त्यांनी त्याला पकडून तुरुंगात डांबले कारण तो ‘फर्मे जनरल’ ह्या संस्थेच्या २८ सदस्यांपैकी एक होता, एवढेच! करवसुलीचे अधिकार असलेली ती संस्था, जनतेच्या रोषाला बळी पडली होती. वास्तविक त्याच्या अधिकारपदाच्या कारकीर्दीत, त्याने सदोष करवसुलीच्या कामकाजपद्धतीत पुष्कळ सुधारणा केल्या होत्या. पण लक्षात कोण घेतो?

नोव्हेंबर १७९३ मध्ये तुरुंगात ठेवलेल्या सर्व २८ सदस्यांच्या विरुद्ध तंबाकूत पाणी मिसळणे वगैरे कथित आरोपांच्या सुनावणीचे

नाटक ८ मे १७९४ रोजी क्रान्तिकारी लवादापुढे उरकण्यात आले. कॉफीन हॉल हा न्यायाधीश होता. अवघ्या तीन-चार तासात चौकशीचा फार्स आटोपण्यात येऊन सर्वच्या सर्व सदस्यांना देहान्ताची शिक्षा फर्मावण्यात आली आणि त्याच दिवशी दुपारी ‘गिलोटीन’ खाली सर्वांचा शिरच्छेद करण्यात येऊन, ती अंमलातही आणण्यात आली. त्यात जॅक पॉलझ ह्या त्याच्या सासऱ्याचा तिसरा व लॅव्हॉजिएचा चौथा क्रमांक लागला!

‘श्वासोच्छ्वासांवर काही प्रयोगांची पूर्तता करण्यासाठी शिक्षेला दोन आठवड्यांची स्थगिती द्यावी’ ही त्याची विनंती फेटाळताना, ‘प्रजासत्ताकाला शास्त्रज्ञाची गरज नाही’ असे दर्पोद्गार न्यायाधिेशाने काढले. अशा सारासार विचारहीन प्रक्षुब्ध लोकांनी, शास्त्रज्ञ ह्या नात्याने लॅव्हॉजिएने केलेली स्वदेश सेवा तसेच राज्यक्रान्तीच्या

मूळ उद्दिष्टांची पूर्तता करण्याच्या कामातील त्याचा सहभाग, त्याला शिक्षा फर्मावताना विचारात घेतला नाही, ह्याचे आश्चर्य वाटावयास नको! त्यातच त्याच्यावर जहरी खोटेनाटे आरोप करून, आगीत तेल ओतण्याचे काम 'जीन पॉल मारा' या त्याच्या विरोधात असलेल्या होतकरू पण उथळ संशोधकाने बजावून वाहत्या गंगेत हात धुऊन घेतले होते!

अपरिमित हानीची जाणीव :-

“लॅव्हॉजिएचे शिर धडावेगळे करण्यास काही क्षणच लागले असतील. पण असे शिर पुन्हा निर्माण व्हायला आणखी एक शतक तरी वाट पहावी लागेल.” दुसऱ्याच दिवशी लॅग्रांज ह्या प्रख्यात शास्त्रज्ञाने हळहळ व्यक्त केली.

जॅफेलिखित रसायनशास्त्राच्या इतिहासात 'लॅव्हॉजिए' वरील प्रकरणाचा मथळा - 'फ्रेंच राज्यक्रान्तीत गिलोटीनने लॅव्हॉजिएच्या रूपाने रसायनशास्त्रीय ताजवाच नष्ट केला!' असा दिला आहे. फ्रान्समध्ये त्यानंतर दोनच

वर्षांनी सत्तेवर आलेल्या शासनाने लॅव्हॉजिएच्या पुण्यस्मृतीप्रीत्यर्थ त्याच्या शवपेटीची पुन्हा अंत्ययात्रा काढून त्याच्यावर झालेल्या अन्यायाचे अंशतः परिमार्जन केले! सूडाचा असुरी आनंद मिळवणाऱ्या 'जीन पॉल मारा' चा त्यानंतर केवळ २ महिने व पाच दिवस होतात न होतात तोच 'शार्लोत कार्दे' नावाच्या युवतीने खून केला! खुद्द कॉफीन हॉल ह्या न्यायधिशाला थोड्याच दिवसात गिलोटीनखाली आपली मान द्यावी लागली!

वास्तविक शिरच्छेदाची शिक्षा नशिबी यावी असा कोणताही घोर अपराध लॅव्हॉजिएने केला नव्हता किंवा गंभीर स्वभावदोषही त्याच्या ठायी नव्हता. उलट तो सुस्वभावी, कनवाळू, अंतःकरणाचा व शुद्ध ज्ञानोपासक होता. रसायनशास्त्राला किमयागारांच्या गूढ व अद्भूत प्रदेशातून बाहेर काढून 'शास्त्र' ह्या पदवीला त्याने नेऊन पोहोचविले होते. ❖❖

लेखक : रविंद्र गणेश वझे, एम.एस.सी. रत्नागिरी येथील विज्ञान अभ्यासक, विज्ञान प्रसारक

वेध अवकाशाचा

१०, ११, १२ जानेवारी २००४ या काळात न्यू इंग्लिश स्कूल, टिळक रोड येथे प्रदर्शन आयोजित होत आहे. अधिक माहिती व संपर्कासाठी

• डॉ. करंदीकर, अध्यक्ष, 'आपणच' दूरध्वनी - ४३३२५१६ • डॉ. अ. ल. देशमुख, पर्यवेक्षक, ल. रा. आपटे प्रशाला, पुणे ४. • श्री. भोसले, मुख्याध्यापक, महाराष्ट्र विद्यालय, पुणे ३०.

अवकाश प्रवास काल, आज आणि उद्या

लेखक : अरविंद गोरेगावकर



पक्ष्यांप्रमाणे आकाशात उडू शकणारे वाहन बनविणे हेच आमचे. ध्येय असून त्यात आम्ही यशस्वी होणारच', हे उद्गार होते विमानोड्डाणाचे जनक राईट बंधू यांचे. १७ डिसेंबर १९०३ रोजी राईट बंधूंनी इंजिन असलेल्या हवेपेक्षा जड असणाऱ्या, विमानाचे यशस्वी उड्डाण केले त्याला आता १०० वर्षे होतील.

हजारो वर्षांपासून आकाशात स्वच्छंदपणे विहरणारे पक्षी, फुलपाखरे पाहून मानवाला आकाशात विहार करण्यासाठी वाहन शोधून काढण्याबद्दल कुतूहल होते. त्यादृष्टीने त्याने प्रयत्न देखील चालविले होते. पौर्वात्य व पाश्चिमात्य या दोन्ही संस्कृतीच्या पुराणांतून विमानाचे दाखले आढळतात. अगदी अलीकडे म्हणजे सोळाव्या शतकात सिरॅनो बर्जरॅक याने रॉकेटच्या साहाय्याने अवकाश उड्डाणाची कल्पना मांडली होती. लिओनार्डो द व्हिन्सी याला उडत्या यंत्राची कल्पना

सुचली होती. १५०६ साली यंत्राच्या साहाय्याने उड्डाणाचा असफल प्रयत्न केला होता. त्याचा प्रयत्न हा सध्याच्या विमान बांधणीच्या रचनेसाठी फायदेशीर ठरला.

१६७८ साली पंखाच्या उडत्या यंत्राची कल्पना बेसनीअरने फ्रान्समध्ये लढविली. त्यानंतर माँट गोल्फिअर नामक फ्रेंच बंधूंना धुरावर आकाशात दहा मिनिटे बलून उडते ठेवण्यात यश मिळाले. त्यांच्या बलूनने हवेतून दीड मैलाचा प्रवास केला. हा बलून १५०० फूट उंच उडाला. या प्रयोगानंतर १९

सप्टेंबर १७८३ रोजी फ्रान्सच्या राजाराणी समोर पुन्हा बलून प्रवासाचे प्रात्यक्षिक झाले. यावेळी बलूनच्या खाली एक टोपली बांधून त्यात एक मेंढी, एक बदक आणि एक कोंबडा ठेवण्यात आला होता. या यशस्वी प्रयोगानंतर फ्रान्समधील एका श्रीमंत तरुण रोझिएरने त्याच्या मित्रांसह बलूनमध्ये प्रवास करण्याची फ्रेंच सरकारकडे परवानगी मागितली आणि २१ नोव्हेंबर १७८३ रोजी प्रथम मानवाने आकाशात 'हवाई प्रवास' केला. त्या दोघांनी चक्क २५ मिनिटे हवेत तरंगण्याचा अनुभव घेतला. या यशस्वी बलून उड्डाणानंतर बलून प्रवासास सुरुवात झाली. १७९३ साली अमेरिकेच्या राष्ट्रध्यक्षांच्या उपस्थितीत बलून उड्डाणाचा प्रयोग करण्यात आला होता. अमेरिकेच्या गृहयुद्धात २४ सप्टेंबर १८६१ रोजी प्रथमच बलूनचा उपयोग करण्यात आला होता. पुढे बलून प्रवासाद्वारे अनेक यशस्वी उड्डाणे अनेक हौशी शास्त्रज्ञांनी केली.

बलूनच्या साह्याने आकाशात उडता येणे जरी शक्य झाले तरी ते तितकेसे सोपे नव्हते. त्यामुळे १९ व्या शतकात कॅले नावाच्या शास्त्रज्ञाने पक्षी विहाराचा सखोल अभ्यास करून जड पक्षी तरंगू शकतो तर माणूस आणि त्याचे जड यंत्रही आकाशात तरंगू शकेल अशी कल्पना मांडली. या कल्पनेवरून पुढे हेन्री गिफार्ड या फ्रेंच माणसाने १८५२ साली तीन हॉर्सपॉवरचे इंजिन बसवलेला एक फुगा (बलून) तयार केला. हा फुगा १४३ फूट

लांब होता आणि त्याचा आकार लांबट होता. या फुगाच्या मदतीने ताशी ६ मैल वेगाने गिफार्डने आकाशात प्रवास केला. इंजिन असलेला हा फुगा म्हणजे ओबडधोबड स्वरूपातील विमानाचा पहिला अवतार होता. पण वादळी वाऱ्यात मात्र हा फुगा टिकाव धरू शकत नव्हता.

‘झेपलिन हवाई जहाज’

याच गोष्टीवरून स्फूर्ती घेऊन आणि बऱ्याच सुधारणा करून काऊंट फर्डिनंड व्हॉन झेपलिन याने एक हवाई जहाज बांधले. त्याने तयार केलेले हवाई जहाज १२० मीटर लांबीचे होते. त्याला १९ अश्वशक्तीची केवळ दोन इंजिने बसविलेली होती. २ जुलै १९०० रोजी पहिल्या झेपलिन हवाई जहाजाने आकाशात झेप घेतली. स्वतः झेपलिन यांनी हवाई जहाजात अनेक सुधारणा केल्या. १९०९ साली झेपलिनने ‘डेलाग’ नावाच्या वाहतूक कंपनीची स्थापना केली. प्रत्यक्षात १९१० साली माणसांच्या वाहतुकीला सुरुवात झाली. पुढील ४ वर्षात ३४ हजार लोकांनी झेपलिनमधून प्रवास केला. त्याकाळी झेपलिनचा ताशी वेग केवळ ४२ किलोमीटर इतका होता. पहिल्या महायुद्धाच्या काळात शत्रूवर बॉम्बफेक करण्यासाठी झेपलिनचा उपयोग करण्यात आला होता. १९१८ साली झेपलिन हवाई जहाजाने अँटलांटिक महासागर तर पार

केलाच पण पृथ्वी प्रदक्षिणेचा विक्रम केला. ६ मे १९३७ रोजी हिंडनबर्ग नावाचे झेपलिन त्यामधील उतारुसकट जळून खाक झाले. त्याबरोबरच हवाई जहाज युग समाप्त झाले.



ग्लायडर -

जर्मनीमध्ये १९ व्या

शतकाच्या अखेरीस ऑथो लिलिएन्थल हा संशोधक पक्षी निरीक्षणाचा आधार घेऊन १८९१ साली विमानोड्डाणाचा प्रयत्न करत होता. त्याने कापडाचे गोलाकार पंखे तयार केले व ते ताणून लाकडाच्या पातळ पट्ट्यांवर बसवले त्यातून खांदे व डोके बाहेर निघेल असे भोक पाडले. हातात आडवी दांडी धरण्याची व्यवस्था करून ही दांडी पंखांना जोडली. अशा रितीने लिलिएन्थल याने इंजिनविरहित विमान तयार केले. यालाच ग्लायडर असे नाव ठेवण्यात आले. हवेचा प्रवाह संथ असेल तर बारा-बारा तासही हवेत तरंगता येऊ शकते, असे लिलिएन्थलचे म्हणणे होते. १८९३ साली त्याने बर्लिनच्या बाहेर ५० फूट उंचीचे एक कृत्रिम टेकाड करून घेतले व त्याच्यावरून ग्लायडरच्या उड्डाणाची प्रात्यक्षिके तो करू लागला. या ग्लायडरमध्ये त्याने अनेक सुधारणा केल्या.

१९२० मध्ये तयार झालेले विमान

दोन पंखावर आणखी दोन पंख बसवले. त्यामुळे ग्लायडर जास्त उंच उडू लागले. ग्लायडरमध्ये एक माणूस बसून नावेप्रमाणे सुकाणू वळवून ग्लायडरला दिशा देऊ शकिले अशीही सुधारणा केली. परंतु दुर्दैवाने एका नवीन ग्लायडरमधून उड्डाण करताना त्याचा मृत्यू झाला.

भारतामध्येही मुंबई येथे श्री. शिवकर बांपूजी तळपदे यांनी संस्कृत मंत्रातील वर्णनाप्रमाणे 'मरुताक्ष' नावाचे विमान बनविले होते. १८९५ साली मुंबईच्या चौपाटीवरून या विमानाचे उड्डाण केले होते. परंतु पुढे तळपदे यांनी केलेले संशोधन अपुरे पडले आणि तळपदे आठ वर्षांनी राईट बंधूंनी अमेरिकेमध्ये विमानाचे यशस्वी उड्डाण केले. त्यामुळे राईटबंधूंना पहिल्या यांत्रिक विमानाचे जनक म्हटले जाते.

अमेरिकन सरकारने प्रो. लिग्ले या

संशोधकास आर्थिक साहाय्य करून विमान निर्मितीसाठी सुसज्ज प्रयोग शाळा आणि ५० हजार डॉलर्स पुरविले. ८ डिसेंबर १९०३ रोजी प्रो. लिग्ले यांनी विमानोड्डाणाचा प्रयोग केला. परंतु त्या प्रयोगात तितकेसे यश त्यांना प्राप्त झाले नाही. विल्बर राईट आणि ऑर्विल राईट यांचे अमेरिकेत याच दरम्यान विमान बनविण्याचे प्रयत्न चालू होते. १७ डिसेंबर १९०३ रोजी त्यांनी यशस्वी विमान उड्डाणाचा प्रयोग केला आणि विमान प्रवासाच्या युगाला सुरुवात झाली.

राइट बंधूंचे प्रयोग

अमेरिकेच्या ओहियो प्रांतामधील डेटन या गावी विल्बर आणि ऑर्विल राईट बंधू राहात होते. त्यांचा सायकली बनविण्याचा व्यवसाय होता. लिलिएन्थलचे ग्लायडर उडविण्याचे प्रयत्न आणि त्यामध्ये त्यांचा झालेला दुर्दैवी मृत्यू यातून राईट बंधूंना विमान विद्येची प्रेरणा मिळाली. राईट बंधूंचे प्राथमिक प्रयोग ग्लायडरच्या अनुषंगानेच चालू होते. ३ वर्षांच्या प्रयत्नानंतर विज्ञानाच्या नियमानुसार त्यांनी हलके इंजिन असलेले एक ओबडधोबड विमान तयार केले. राईट बंधूंनी त्यांच्या विमानात तारांचा उपयोग करून विमानाच्या आकारात घट्ट बांधलेले निरनिराळ्या आकाराचे आणि लांबीचे लाकडी दांडे, त्यावर कापडाचे आच्छादन आणि हलके लहान इंजिन वापरले होते.

विमानात बसण्याची अशी सोयच नव्हती. पट्ट्यांच्या साहाय्याने वैमानिकाला आपले शरीर विमानाच्या तळाशी आडवे बांधून घेणे आवश्यक होते. उघड्या अंगाने जमिनीकडे तोंड करून विमानाचे संचालन करणे जरा अवघडच काम होते.

अमेरिकन हवामान खात्याच्या सल्ल्यानुसार राईट बंधूंनी आपल्या नॉर्थ कॅरॉलिना राज्यातील किटी हॉक या खेड्याशेजारील उजाड मुलूख पसंत केला. १७ डिसेंबर १९०३ रोजी सकाळीच राईट बंधू किटीहॉकच्या त्या उजाड माळरानावर येऊन दाखल जाले. ऑर्विलने विल्बर बरोबर हस्तांदोलन केले आणि पट्टे बांधून तो तयार झाला. ऑर्विलचा पहिला प्रयत्न फसला. त्यानंतर प्रत्येकाने आळीपाळीने ते विमान उडविण्याचा प्रयत्न केला. दिवसभर अशाप्रकारे प्रयत्न चालू होते. सरतेशेवटी संध्याकाळच्या वेळी कंटाळून अगदी शेवटचा प्रयत्न असे ठरवून विमान उड्डाणाचा प्रयत्न झाला. आणि काय आश्चर्य! विमान जमिनीपासून चक्क १५ फूट उंच झेपावले. सुमारे ५९ सेकंदात विल्बरने १५० मीटर अंतर कापले आणि विमान धाडकन खाली कोसळले. परंतु तो प्रयत्न म्हणजे इंजिनाचा वापर केलेले पहिले विमान उड्डाण होते.

आपल्या १९०३ सालच्या यांत्रिक विमानाच्या यशस्वी उड्डाणानंतर १९०५ साली राईट बंधूंनी सुधारित विमान बनवले.



या प्रकारचे विमान १९३३ मध्ये तयार झाले. १९३७-४२ या काळात हे वापरात होते.

१९०६ साली आल्बर्ट डन्टन याने एक स्वतंत्र विमान बनवले. पेटोच्या आकाराच्या अवाढव्य विमानाला त्याने सायकलची चाकं आणि साखळी बसविली. मध्यभागी इंजिन बसविले. या विमानातून डन्टन याने आकाशात भरारी मारली.

१६ मे १९०८ रोजी इंग्लंडमध्ये आपल्या विमानात बसून कर्नल कोंडो यांनी हवाई उड्डाण केले होते. राईट बंधूंनी याचवर्षी अजून काही सुधारणा करून फ्रान्समध्ये उड्डाणाचे प्रात्यक्षिक केले. पुढील ४-५ वर्षात अनेक देशात विमान सुधारणेविषयी संशोधन आणि विमान उड्डाणे झाली.

विमान विकासाचे काही टप्पे

१९१३ साली दोनपेक्षा जास्त इंजिन असणारे पहिले मल्टी इंजिन एअरक्राफ्ट विमान इगोर इव्हान सिकोव्स्की या रशियन

इंजिनअरने बांधले. पहिल्या महायुद्धाच्या दरम्यान लष्करात नेण्यासाठी तसेच शस्त्र वाहतुकीसाठी विमानाचा उपयोग झाला. १९१९ साली जून महिन्यात जॉन अॅल्कॉक आणि ऑर्थर ब्राऊन या दोन ब्रिटीश वैमानिकांनी विमानातून अॅटलांटिक महासागर पार केला होता.

१९२७ च्या दरम्यात चार्लस लिंगडबर्ग याने न्यूयॉर्क ते पॅरीस हा ६००० किलोमीटर अंतराचा प्रवास रायन एअरक्राफ्ट कंपनीने बनविलेल्या विमानातून केला. हे विमान कंपनीने सहा महिन्यात बनविले आणि त्याचा खर्च होता केवळ ६००० डॉलर्स. या विमानाची लांबी २९ फूट आणि पंखाची लांबी ४६ फूट होती. वैमानिकासमोर खिडकी नव्हती. डाव्या-उजव्या खिडक्यांचा वापर वैमानिकाने केला. वैमानिकासाठी मऊ खुर्ची नव्हती. विमानाचे वजन २६८६ किलोग्रॅम

होते आणि त्यामध्ये ४५१ गॅलन पेट्रोल भरलेले होते. २० मे १९२७ रोजी न्यूयॉर्क येथे सकाळी ७ वाजून ५२ मिनिटांनी विमान उड्डाण झाले आणि तब्बल ३३ तास २९ मिनिटे ३३ सेकंद सतत प्रवास करून २१ मे १९२७ रोजी पॅरीसच्या विमानतळावर विमान उतरविण्यात आले. लिंडबर्ग हा अटलांटिक महासागर ओलांडणारा पहिला वैमानिक. १९२८ साली अमेलिया एरहार्ट या महिलेने एकटीने विमानाचे संचलन करून न्यूफाऊंडलंड येथून उड्डाण केले आणि अटलांटिक महासागर ओलांडून ती वेल्सला पोहोचली.

निरनिराळ्या आकारांची विमाने आता धाडसी वैमानिकांनी वापरण्यास सुरुवात केली होती. अमेरिकेतील नौदलात कमांडर असलेले रिचर्ड बायर्ड यांनी १९२६ साली सतत साडे पंधरा तास उड्डाण करून उत्तर ध्रुवावरून फेरफटका मारला होता. २८ नोव्हेंबर १९२९ रोजी त्यांनी दक्षिण ध्रुवावरून विमान प्रवास करून कमी तापमानातही विमान प्रवास शक्य असल्याचे दाखवून दिले. याचवर्षी म्हणजे २४ सप्टेंबर १९२९ रोजी केवळ यंत्राच्या साह्याने, विमानोड्डाण, विमान संचालन व विमान अवतरण शक्य आहे, ही गोष्ट जेम्स डुलितिल या अमेरिकन वैमानिकाने डोळे बांधून विमानाचे संचलन करून सिद्ध केली. अशा प्रकारे २३ जून १९३१ रोजी विली पोस्ट नावाच्या एका

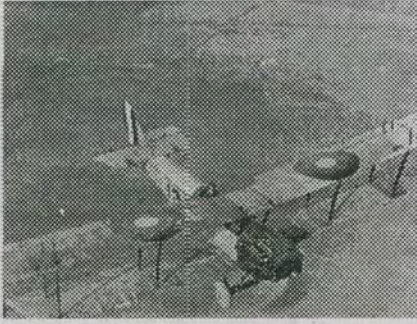
एकाक्ष वैमानिकाने गॅटी याच्याबरोबर ८ दिवस १५ तास ५१ मिनिटात पृथ्वी प्रदक्षिणा पूर्ण केली.

१९३५ साली रॉबर्ट अलेक्झांडर वॅटसनवॅट या स्कॉटिश भौतिक शास्त्रज्ञांनी रडारचा शोध लावला. रडारच्या साह्याने १९५३ साली विमानांचा वेध घेणारी केंद्रे ब्रिटनमध्ये प्रस्थापित झाली. १९३९ साली द्वितीय महायुद्धाला आरंभ झाला. त्या घनघोर युद्धात हिटलरच्या लढाऊ विमानांपासून ब्रिटनचा बचाव करण्यात रडार यंत्रणेने अत्यंत महत्त्वाची भूमिका बजावली. याच दरम्यान बी-१८ या बॉम्बर विमानांचा बॉम्ब फेकीसाठी वापर करण्यात आला.

१९३७ साली २१ प्रवासी वाहून नेणाऱ्या व दोन इंजिन असलेल्या डीसी ३ डग्लस विमानाचे प्रथम उड्डाण झाले.

जेट विमाने

१९३६ साली जर्मनी आणि इंग्लंड या दोन्ही देशात एकाचवेळी जेट विमानांच्या रचनेचे बीजारोपण करण्यात आले. १९३९ साली जर्मनीच्या औहेन याचे तर ब्रिटनच्या व्हीटलचे जेट विमान १९४१ साली आकाशात उडाले. जेट विमानामध्ये कॉम्प्रेसर, कंबश्शन चेंबर आणि टर्बाईन असे तीन प्रमुख भाग असतात. सभोवतालच्या वातावरणातून हवा खेचून तिचा दाब वाढविण्याचे कार्य कॉम्प्रेसर करतो. खेचून घेतलेल्या हवेचे घनफळ सुमारे



एक दशांशाने कमी होऊन तिचा दाब प्रचंड होतो. अशी दाबयुक्त हवा केरोसिनबरोबर मिसळून हे मिश्रण कंबर्शन चेंबरमध्ये जाळण्यात येते. त्या ठिकाणी इंधनाचे तापमान २५०० अंश सेल्सियसच्या आसपास पोहोचते.

प्रचंड दाबामुळे इंधनांचे त्वरित ज्वलन होते आणि इंधनाची कार्यशक्ती (पॉवर) आणि क्षमता (इफिशियन्सी) वाढते. ज्वलनामुळे इंधन क्षणार्धात प्रसरण पावते आणि तप्त वायू अतिशय वेगाने इंजिनाच्या बाहेर उसळतात. बाहेर येताना मार्गातील टर्बाईनला ते गती देतात. टर्बाईन कॉम्प्रेसरला जोडलेले असते. त्यामुळे कॉम्प्रेसर सतत गतिमान राहतो. अतिशय वेगाने बाहेर पडणाऱ्या तप्त वायूंमुळे न्यूटनच्या तिसऱ्या नियमानुसार विमानाला पुढील दिशेला रेटा (थ्रस्ट) मिळतो आणि विमानास मोठी गती प्राप्त होते. आज जवळजवळ सर्व नागरी वाहतूक जेट विमानेच करीत आहेत. जेट विमान ३०,५०० मीटर उंचीपर्यंत जाऊ

शकते आणि त्याचा वेग ताशी ३५०० कि.मी. पेक्षाही जास्त असतो.

हेलिकॉप्टर

विमानाचा दुसरा प्रकार हेलिकॉप्टर. हा सध्या खूपच लोकप्रिय झाला आहे. इगॉर सिकोस्की या संशोधकाने छोट्या आकाराचे उडण्यासाठी किंवा उतरण्यासाठी कोणत्याही विमान तळाची आवश्यकता नसणारे १९३९ च्या दरम्यान हेलिकॉप्टर तयार केले. पुढे काही दिवसापर्यंत त्याच्यामध्ये अनेक बदल करून सुधारित हेलिकॉप्टर १९४३ सालच्या दरम्यान विकसित केले. हेलिकॉप्टर जमिनीवरून सरळ जसेच्या तसे आकाशात उडू शकते आणि आकाशात स्थिरही राहू शकते. हेलिकॉप्टर पुढे-मागे सहज जाऊ शकते. कोठेही सरळ उतरू शकते. हवेत थोडा वेळ स्थिर राहू शकते. त्यामुळे अडचणीत असलेल्या लोकांना वाचवणे सोपे जाते.

१९४० सालच्या दरम्यान मिग-१ हे लढाऊ विमान रशियाने बांधून पूर्ण केले. मिग जातीच्या विमानांचा युद्धात अतिशय उपयोग होतो. तसेच १९४४ साली जर्मनीच्या रॉकेट इंजिन असलेल्या लढाऊ विमानाच्या उत्पादनाला प्रारंभ झाला.

१४ ऑक्टोबर १९४७ साली कॅप्टन चार्ल्स येगीर यांनी अमेरिकेच्या बी-२९ या अजस्र विमानाच्या साह्याने एक्स-१ असे

सांकेतिक नाव असलेल्या विमानास ध्वनीच्या वेगापेक्षा जास्त वेगाने चालवून सुपर सॉनिक विमानाचा प्रारंभ केला. पुढील ५० वर्षांत ध्वनीच्या दुप्पट, तिप्पट गतीने म्हणजेच माख-२, माख-३ गतीने प्रवास करणाऱ्या विमानांची



निर्मिती केली. १४ ऑक्टोबर १९९७ रोजी ७४ वर्षांच्या येगीर यांनी पुन्हा सुपर सॉनिक एफ-१५ ईगल हे लढाऊ विमान ध्वनीपेक्षा जास्त वेगाने चालवून हा दिवस साजरा केला.

बी ओ ए सी कंपनीने २ मे १९५२ रोजी लंडन ते दक्षिण आफ्रिकेतील जोहान्सबर्ग अशी पहिली जेट विमानाद्वारे प्रवासी वाहतूक सुरू केली. यानंतरच्या काळात १९५८ साली बोईंग एअरक्राफ्ट कंपनीने प्रवासी वाहतुकीसाठी बोईंग ७०७ नावाचे जेट विमान निर्माण केले. पुढील काही वर्षांत अनेक प्रकारची विमाने बनविण्यात आली. त्यापैकी काही म्हणजे गोलामीर कॅन्डोर, अल्बॅस्ट्रॉस विमान इत्यादी. १९८० साली सूर्याची ऊर्जा वापरून डॉ. पॉल मॅकक्रेडी यांनी विमान बनविले. हे विमान म्हणजे सोलर चॅलेंजर. सोलर चॅलेंजरने इंग्लिश खाडीही ओलांडली होती. २३ डिसेंबर १९८६ रोजी बर्ट रटन आणि जीना येगीर यांनी व्हॉयेजर या

विमानातून ताशी १७६ किलोमीटर वेगाने आपली ऐतिहासिक आणि अभूतपूर्व पृथ्वी प्रदक्षिणा यशस्वीरित्या पूर्ण केली.

अशा प्रकारे वेगवेगळ्या आकाराचे इंधनावर कमीत कमी खर्च होणारे, धातूऐवजी प्लॅस्टिकचा वापर करून आणि जास्तीत जास्त उंची गाठणारी, प्रवासी वाहतुकीस योग्य असणारी विमाने बंधण्याचा कल वाढला असून सौर शक्तीचा वापर करून सदर कॅलिफोर्निया येथे काही विमान अभियांत्रिक 'सेन्चुरियन एअरक्राफ्ट' हे विमान बनविण्यात १९९७ साली यशस्वी झाले आहेत. सेन्चुरियन विमानास सोलर पॅनलचा वापर केला असून पर्यायी इंधनाचा वापर यशस्वी होत आहे.

अनेक देशात काही खाजगी आणि सरकारी नियंत्रणाखाली हवाई उड्डाण मार्ग कार्यरत आहेत. त्यापैकी बोईंग कंपनी ही ५०० पेक्षा अधिक प्रवाशांना वाहून नेण्याची

क्षमता असणारी विमाने बनवित आहे. प्रवासी वाहतूक करण्यासाठी हवाई अड्डे, धावपट्ट्या, इंधन आदिंचा खर्च त्यामुळे गेल्या १०० वर्षांत विमान वाहतूक सेवा ही अजून तरी चैनीची गोष्ट बनली नाही. विमान बनविताना कमी खर्चात, सक्षम आणि सुरक्षित विमानांची निर्मिती आवश्यकता असून विमान प्रवासात अपघाताची भीती टाळणे गरजेचे आहे.

अंतराळ प्रवास

विमान निर्मितीत हवा ही अत्यंत आवश्यक गोष्ट असल्याने विमानाच्या साहाय्याने काही ठराविक उंचीपर्यंतच जाणे शक्य होते. त्यासाठी पर्याय म्हणून अंतराळ यानाची कल्पना पुढे आली असून पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या पलीकडे जाण्यासाठी अंतराळ यानाची मांडली केली गेली. ४ ऑक्टोबर १९५७ रोजी साम्यवादी रशियाने स्पुटनिक-१ या नावाचा कृत्रिम उपग्रह आकाशात प्रक्षेपित करून अवकाश युगाची नांदी केली. त्यानंतर १९६९ साली अमेरिकन मानव नील आर्मस्ट्रॉंग याने अपोलो यानाद्वारे चंद्र मोहीम यशस्वी केली आणि चंद्रावर मानवाचे पहिले पाऊल पडले. भारतानेही १९६२ साली अवकाश संशोधन विभाग सुरू केला असून त्रिवेंद्रम, बंगलोर, श्रीहरीकोटा या चार प्रमुख केंद्रात व अहमदाबाद संशोधन चालू आहे. १४ एप्रिल १९७५ रोजी भारताने 'आर्यभट्ट' नावाचा

उपग्रह बनवून तो रशियातून अवकाशात सोडला. भारताने आजपर्यंत रोहिणी, भास्कर, एसएलव्ही मालिका उपग्रह कल्पना अशा अनेक उपग्रहांच्या साहाय्याने हवामान, दळणवळण, वैद्यकीय, लष्करी इ. क्षेत्रात प्रगती केलेली आहे. एकंदरीत मानवाने हजारो वर्षांपासूनचे आकाशात उडण्याचे स्वप्न प्रत्यक्षात साकार केले आहे.

पुढील १०० वर्षांत अवकाशामध्ये शास्त्रज्ञ बरेच संशोधन करणार असून त्यांनी भविष्यकालीन अवकाश मोहिमांचा आराखडा केला आहे. पुढील काही वर्षांत सूर्याचा सखोल अभ्यास, मंगळाची माती पृथ्वीवर आणणे, चंद्रावर खाणकाम करणे, चंद्रावर नियमित ये-जा करणारी अवकाश याने तयार करणे, युरेनस, नेपच्युन, प्लुटो या ग्रहांचा सखोल अभ्यास करणे, मंगळावर कायम स्वरूपाची मानवी वसाहत, परग्रहांशी संदेशाचे आदान प्रदान, चंद्रावर मानवाच्या नव्या पिढीचा जन्म इ. विषयी मानवाने संशोधन प्रकल्प हाती घेतले असून पुढील १०० वर्षांत विज्ञानाच्या साहाय्याने मानवाची खूप मोठी प्रगती झालेली असेल, यात शंका नाही.



लेखक : अरविंद गोरेगावकर, पेमराज सारडा महाविद्यालय, अहमदनगर इथे भौतिकशास्त्र शिकवतात. विज्ञानविषयक लेख, विज्ञान प्रदर्शन याद्वारे विज्ञान प्रसार व प्रचार.

विज्ञान करणे आणि का ?

लेखक : नरेश दधीच

‘प्रयास’ संस्थेच्या विज्ञान प्रकल्पांतर्गत मे महिन्यात पुण्यातल्या ८ वी व ९ वी च्या विद्यार्थ्यांनी काही स्वयंसेवी संस्थांमध्ये संशोधनात्मक काम केले. त्यांनी केलेल्या कामावर आधारित ‘शोधन’ नावाची पुस्तिका तयार झाली. या पुस्तिकेचे प्रकाशन आयुकाचे संचालक डॉ. नरेश दधीच यांच्या हस्ते झाले. त्यावेळी त्यांनी मुलांसाठी केलेल्या भाषणाचा सारांश देत आहोत.

आपण ज्या विश्वात राहतो आणि जे विश्व आपण बनवलं आहे ते जाणणं म्हणजे विज्ञान. विज्ञान आनंद देते. त्याचा अभ्यास करताना मजा येते. शिवाय ते करण्यासाठी, म्हणजे आपल्या आवडीचीच गोष्ट करण्यासाठी वर आपल्याला चांगल्यापैकी पगारही मिळतो. यामध्ये काम करताना आपल्याला काय शोधायचं आहे ? कसं शोधायचं आहे याचं पूर्ण स्वातंत्र्य असतं.

आपल्या भोवती निरीक्षण करताना आपल्याला जे दिसत त्याबद्दल ते प्रश्न पडतात त्यांची उत्तरं शोधणं म्हणजेच विज्ञान.

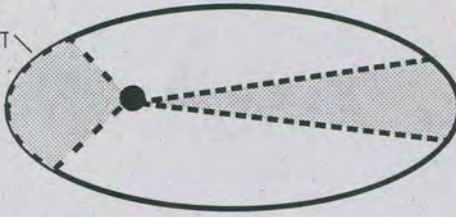
विज्ञान म्हणजे निसर्गाचा धांडोळा घेण्याची एक पद्धत. एक अशी पद्धत की जी प्रामाणिक आहे, वस्तुनिष्ठ आहे. विश्वासासार्ह आहे, आणि कदाचित एकमेवाद्वितीय आहे.

आपण वस्तू किंवा घटना पहातो, ज्यांत काही समान मुद्दे, समान आकृतीबंध

दिसतात. या साम्यस्थळांबाबत आपण एखादा नियम किंवा परिकल्पना (Hypothesis) मांडतो. हा नियम किंवा परिकल्पना सगळीकडे लागू पडणारी असते. प्रयोग करून आपण त्याची सत्यता पडताळून पहातो. असे पडताळणी करणारे प्रयोग आपण परत परत करतो, कारण विज्ञानात केवळ श्रद्धेच्या जोरावर कोणतीच गोष्ट स्वीकारली जात नाही. नुसतं बसल्याबसल्या विज्ञान करता येत नाही. न्यूटनला झाडाखाली बसून, सफरचंद पडताना पाहून गुरुत्वाकर्षणाचा नियम समजला अशी आपली गोष्ट सांगितली जाते. ते खरं नव्हे. असे नियम मांडता येत नाहीत.

ज्या काळामध्ये खूप मोठमोठे शोध लागले, त्या काळामध्ये संपूर्ण समाजामध्येच वैज्ञानिक विचारांचं, वैज्ञानिक पद्धतींचं वातावरण होतं. अशा वातावरणाच्या पार्श्वभूमीवर ते ते सिद्धांत मांडले गेले.

ग्रहाची कक्षा



सूर्य व ग्रह यांना जोडणारी
रेषा ठराविक वेळात
सारखेच क्षेत्रफळ पार करते.

न्यूटन म्हणाला होता, “मी इतरांपेक्षा जास्त दूरवरचे पाहू शकलो, कारण मी महान विभूतींच्या खांद्यावर उभा होतो.”

कोण होत्या त्या महान विभूती ?

१) निकोलस कोपर्निकस - सूर्य पृथ्वीभोवती फिरत नसून पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते, हा विचार प्राचीन तत्त्ववेत्त्यांनीही मांडलेला होता. पण कोपर्निकसने याची शास्त्रीय मांडणी केली. सूर्य केंद्रस्थानी असून पृथ्वी व इतर ग्रह त्याच्याभोवती फिरतात असे धरले तर ग्रहांच्या भ्रमण कक्षा गणिताने ठरवणे सुटसुटीत होते हे त्याने दाखवून दिले.

२) गॅलिलिओ गॅलिली - गुरु ग्रहालाही चंद्र आहेत, आणि ते त्याच्याभोवती फिरतात. पृथ्वी सर्व वस्तूंना सारख्याच बलाने आकर्षित करते. यासारख्या महत्त्वाच्या बाबी गॅलिलिओने नजरेस आणून दिल्या.

३) योहान केपलर - टायको ब्राहेने वर्षानुवर्षे अवकाशातील ग्रहांच्या स्थितींची निरीक्षणे नोंदवली होती. या निरीक्षणांचा अभ्यास करून केपलरने ग्रहांच्या भ्रमणाचे तीन नियम मांडले.

● ग्रहांचे भ्रमण मार्ग लंबवर्तुळाकार (elliptical) असून त्या लंबवर्तुळाच्या

केंद्रस्थानी सूर्य आहे.

● सूर्यापासून ग्रहापर्यंत जाणारी काल्पनिक रेषा ठराविक काळात ठराविकच क्षेत्रफळ पार करते. (आकृती पहा.)

● ग्रहाच्या एका प्रदक्षिणेला T इतका कालावधी लागत असेल, आणि A हे त्याच्या लंबवर्तुळाकार प्रदक्षिणा मार्गाचे क्षेत्रफळ असेल तर, $T^2 \propto A^3$.

४) इसाक न्यूटन - या सर्व संशोधनाला एकत्र गुंफून न्यूटनने वस्तूंच्या चलनाविषयीचे तीन नियम मांडले. तसेच गुरुत्वाकर्षण बलाची तीव्रता अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात बदलते, हेही दाखवून दिले.

न्यूटनच्या कामातूनच आधुनिक पदार्थ विज्ञानाचा जन्म झाला. त्यामुळे आपल्या पूर्वसुरींच्या कामाचा गौरव करणाऱ्या न्यूटनलाही त्याच विभूतींच्या पंक्तीत बसवले पाहिजे. न्यूटननंतरच्या काळात महत्त्वाचे योगदान कोणी दिले ?

५) जेम्स क्लार्क मॅक्सवेल - विद्युत व चुंबकत्व हे दोन्ही एकाच विद्युतचुंबकीय बलाचे परिणाम आहेत. हे मॅक्सवेलने दाखवले. विद्युतचुंबकत्वासंबंधीच्या प्रायोगिक संशोधनातून मिळालेल्या सर्व

निष्कर्षाचे स्पष्टीकरण देणारा सिद्धांत त्याने मांडला. यातून 'प्रकाश' ही संकल्पना अधिक स्पष्ट झाली. तसेच बिनतारी (wireless) संदेशवहनाचा शोध लागला.

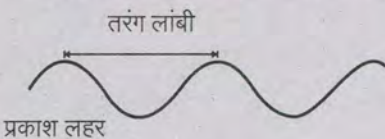
६) मॅक्स प्लँक - पदार्थविज्ञानात नवीन शोध लागण्यासारखे फारसे काही उरलेले नाही, असा मतप्रवाह प्रबळ असतानाच्या काळात प्लँकने ऊर्जेच्या पुंजाची (energy quantum) संकल्पना मांडली. यातूनच पुढे पुंजभौतिकीचा जन्म झाला, आणि पदार्थविज्ञानाचे एक नवेच दालन उघडले.

७) अल्बर्ट आइनस्टाइन - आइनस्टाइनचे काम पदार्थविज्ञानाच्या अनेक अंगांना स्पर्श करते. त्याने सापेक्षता सिद्धांत मांडून 'काल', 'अवकाश', 'पदार्थ' आणि 'ऊर्जा' या संकल्पनांचे बदलून टाकल्या. तसेच पुंजभौतिकीच्या सुरुवातीच्या मांडणीतही त्याने मोलाचा वाटा उचलला.

'विज्ञान' करताना, नवे काहीही मूलभूत शोधताना आपल्याला वेडगळ प्रश्न पडतात त्यांच्याकडे दुर्लक्ष न करता, त्यांचा पाठपुरावा करायला लागतो.

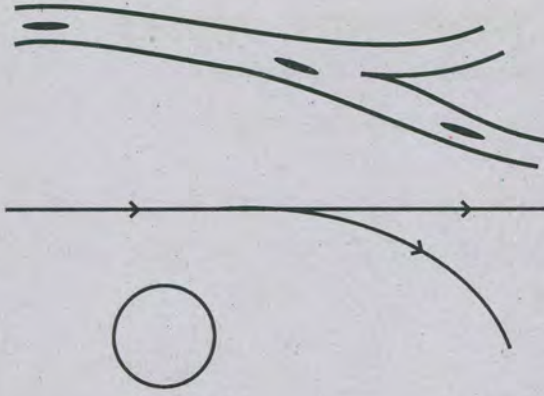
आइनस्टाइनच्या सापेक्षता सिद्धांतामागेही असेच काही 'वेडगळ' प्रश्न होते.

कोणत्याही कणाला अस्तित्वात येण्यासाठी ऊर्जा लागते. कणाची एकूण



ऊर्जा म्हणजे त्याची गतिज ऊर्जा + स्थितिज ऊर्जा. समजा, त्याची स्थितिज ऊर्जा शून्य असेल तर काय होईल? असा कण विश्वातील इतर सर्व पदार्थांच्या सापेक्ष सतत गतिमान असेल. विश्वातील प्रत्येक निरीक्षकाला गतिमान भासणाऱ्या या कणाचा वेग काय असेल? तो कसा मोजायचा? कोणासापेक्ष मोजायचा? पदार्थविज्ञानाचे नियम निरीक्षकासापेक्ष असून चालणार नाहीत. म्हणजे कोणत्याही (स्थिर किंवा कितीही वेगाने प्रवास करणाऱ्या) निरीक्षकासापेक्ष या कणाचा वेग एकच असला पाहिजे. म्हणजेच अशा कणाला 'परिणामी वेग = कणाचा वेग + निरीक्षकाचा वेग' हे सूत्र लागू पडणार नाही.

आता आपण प्रकाशाचा विचार करू. प्रकाशाचा वेग फक्त माध्यमावर अवलंबून असतो. माध्यम बदलले, किंवा माध्यमाला गती प्राप्त झाली तरच प्रकाशाचा वेग बदलतो. पण प्रकाश माध्यमरहित पोकळीतूनही (vacuum) प्रवास करू शकतो. पोकळी हे 'माध्यम' विश्वात सर्वत्र आहे आणि ती हलवता किंवा बदलता येत नाही. त्यामुळे विश्वातील कोणत्याही निरीक्षकासाठी प्रकाशाचा वेग एकच असतो. प्रकाशाचा पोकळीतील वेग हा एक वैश्विक स्थिरांक (universal constant) आहे. पण वेग म्हणजे विशिष्ट कालावधीत काटलेले अंतर. वेग = अंतर/काळ. प्रकाशाचा वेग



प्रवाहातून जाणाऱ्या पानाचा मार्ग प्रवाहाप्रमाणे बदलतो तसाच प्रकाशाचा मार्ग गुरुत्वाकर्षणाने बदलतो.

हा जर स्थिरांक असेल, तर याचा अर्थ प्रकाश अवकाश आणि काळ यांना एकत्र बांधतो, असे म्हणावे लागते. यातूनच अवकाश-काळ (space-time) या नव्या संकल्पनेचा आणि एका नव्या गतिकाचा (mechanics) जन्म झाला. हा होता आइनस्टाइनचा विशेष सापेक्षता सिद्धांत. आइनस्टाइनचे ऊर्जा व पदार्थांना एकत्र जोडणारे प्रसिद्ध समीकरण, $E = mc^2$, याच सिद्धांतातून मांडले गेले.

आता आपण यात गुरुत्वाकर्षणाचाही विचार करू. गुरुत्वाकर्षणामुळे सर्वच पदार्थ जवळ ओढले जातात. त्यामुळे प्रकाशावरही त्याचा परिणाम होणारच. कोणत्याही पदार्थावर बल लावले, की त्याचा वेग बदलतो, पण प्रकाशाचा वेग हा तर वैश्विक स्थिरांक आहे. त्यामुळे त्यात बदल होणे शक्य नाही. आता प्रकाशावर गुरुत्वाकर्षणाचा परिणाम तर झाला पाहिजे, पण त्याचा वेग बदलता कामा नये, हा तिढा

कसा सोडवायचा? प्रकाश ज्या अवकाशातून प्रवास करतो, ते अवकाशच तर गुरुत्वाकर्षणामुळे वक्र झाले तर? प्रकाशाचा प्रवासाचा मार्ग बदलेल. पाण्यातून वाहात चाललेले पान ज्याप्रमाणे प्रवाहाच्या मार्गाप्रमाणे आपला मार्ग बदलते, तसेच काहीसे हे आहे. गुरुत्वाकर्षणाचा अवकाशावर परिणाम होतो तर काळावरही व्हायला हवा. कारण अवकाश आणि काळ हे एकमेकांशी बांधलेले आहेत. म्हणजेच गुरुत्वाकर्षणामुळे अवकाश-काळाला वक्रता प्राप्त होते. हा आहे आइनस्टाइनचा सर्वसाधारण सापेक्षता सिद्धांत.

वरील सर्व विवेचन म्हणजे उपलब्ध ज्ञानाच्या आणि तर्कबुद्धीच्या वापराने वैज्ञानिक ज्ञानात कशी भर पडत जाते, याचे एक उदाहरण देण्याचा प्रयत्न होता. यावरून विज्ञान 'करणे' म्हणजे काय, याची तुम्हाला थोडीफार कल्पना आली असेल.

कीटक निरीक्षकांचा सोबती

पुस्तक परिचय : नीलिमा सहस्रबुद्धे

सान्या प्राणीसृष्टीमध्ये कीटक हे इतर प्राण्यांच्या तुलनेत ७५% भरतात. पण पक्षीनिरीक्षणाला किंवा प्राणी पहायला जाण्यासाठी जशा सहली आयोजित होतात तशा कीटकनिरीक्षणासाठी का बरं जात नाहीत ?

आपल्या जवळपास, घरामध्ये, अंगणातल्या झाडाझुडपांवर, जमिनीमध्ये आणि आकाशातही इतक्या असंख्य प्रकारचे कीटक आपल्या दृष्टीस पडतात ! किंवा कधी कधी ऐकू येतात, पण शोधायला जावं, तर दृष्टीस पडत नाहीत.

जेवता-खाताना सांडलेल्या कणांपाशी रांगेनं येणाऱ्या मुंग्या, कपाटाच्या अंधेऱ्या कोपऱ्यात लपणारी किंवा सांडपाण्याच्या जाळीतून येणारी छोटी-मोठी झुरळ, बागेतल्या झाडांपाशी उभं रहावं तर चावणारे लाल किंवा काळे मुंगळे, बांबू पोखरणारे भुंगे हे असले उपद्रवी कीटक सोडून द्या आणि अत्यंत आकर्षक रंगातले, विविध आकारांचे, लहान-मोठे कीटक आठवून पहा. हो हो त्या फुलपाखरांबद्दल आणि पतंगांबद्दलच म्हणते आहे. त्यातली कोणती फुलपाखरे आणि कोणते पतंग हे

ओळखणंसुद्धा अनेकदा कठीण होतं ! पण आता एक छान पुस्तक आपल्याला उपलब्ध आहे. 'कीटक निरीक्षकांचा सोबती'

पुणे विद्यापीठात अनेक वर्षे प्राणिशास्त्र शिकविणारे आणि मराठीमधून या विषयावर विपुल लेखन करणारे डॉ. पुरुषोत्तम जोशी यांनी हे पुस्तक लिहिले आहे. 'संदर्भ' च्या वाचकांना डॉ. जोशींचा परिचय आहेच. संदर्भच्या नमुना अंकापासून डॉ. जोशी लिहित असतात.

या पुस्तकाच्या सुरवातीलाच त्यांनी कीटक निरीक्षणाबद्दल कोणाला उत्सुकता कशी वाटत नाही याबद्दल आश्चर्य व्यक्त केलं आहे. पदभ्रमणाच्या निमित्ताने निसर्गाशी जवळीक साधणारेही यापासून लांब कसे ? ते म्हणतात - "या उत्साही युवकांच्या वाटेला फुलपाखरे, गांधील माश्या, मधमाश्या, नाकतोडे जाण्याचे टाळतात की

- कीटक निरीक्षकांचा सोबती - रु. ७५/- ● घरोपद्रवी कीटक व उपाय - रु. ५०/-
लेखक : डॉ. पुरुषोत्तम जोशी ● प्रकाशक : कॉन्टिनेन्टल प्रकाशन

काय ? जेव्हा हे युवक रात्रीच्या वेळी विश्रामगृहाच्या व्हरांड्यात दिवसाच्या वाटचालीचा आढावा घेत रात्रभर जागत बसतात, तेव्हा त्यांच्या डोक्यावर उजळलेल्या, अतिनील किरणांचा वर्षाव करणाऱ्या 'ट्यूबज' किंवा त्यांच्या भोवती गिरक्या घेणारे पतंग, नाकतोडे, भुंगेरे दृष्टीस पडतच नाहीत ? एखाद्या धबधब्याखाली उभे राहून सचैल स्नान करित असताना, पायाशी साठलेल्या पाण्यामध्ये गोल गोल फिरणारे निवळी भुंगेरे त्यांच्या पायांना स्पर्शच करित नाहीत ? एप्रिल-मे मधील, माथ्यावरच्या तळपत्या उन्हामध्ये माळरानातून पावले टाकताना मध्यान्हीच्या जागल्याची 'कर्णकर्कश' साद कानी पडतच नसेल ? फुलपाखरांची, पतंगांची, नाकतोड्यांची, खंडोबाच्या घोड्याची, मधमाश्यांची, गांधीलमाश्यांची, भुंगेऱ्याची रेलचेल असणाऱ्या आपल्या देशामध्ये ही गोष्ट संभवत नाही."

या वैविध्यपूर्ण कीटकजगतातील सहज

आढळणारे आणि लक्षपूर्वक पाहिल्यास सापडू शकणाऱ्या कीटकांना आपण ओळखू शकू, या दृष्टीने या पुस्तकाची रचना केली आहे. काहीही कष्ट न करता केवळ काळजीपूर्वक निरीक्षणाने हे साध्य होईल असा विश्वासही वाचकाच्या मनात उत्पन्न होतो. प्रत्येक कीटकाचे मराठी आणि इंग्रजी नाव, शास्त्रीय नाव, गण, कुल शारीरिक विशेषता, कुठे आढळतात, त्यांचं अन्न आणि वैशिष्ट्य अशी सर्व माहिती अगदी थोडक्यात आणि रंगीत छायाचित्रासह दिलेली आहे.

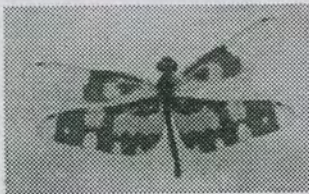
अनेक प्रकारचे चतुर, नाकतोडे, ढेकण्या, पतंग, फुलपाखरे, वाळवी, गांधीलमाशी, मुंग्या-मुंगळे, भुंगेरे अशा सर्व प्रकारचे ८० पेक्षा जास्त कीटक या पुस्तकाच्या सहाय्याने ओळखता येतील. याशिवाय कीटकांच्या इतर अवस्थांचे अंडी, अळी, आणि कोश यांचेही फोटो शेवटी त्यांच्या विशेष माहितीसह दिले आहेत. उदाहरणादाखल येथे काही भाग देत आहोत.

पिवळ्या-लाल बुंदक्यांचा चतुर

शास्त्रीय नाव : व्हिओथेमिस व्हेरिगाटा

गण : व्याध - पतंग (ओडोनाटा)

कुल : चतुर (लिबेल्यूलिडी)



शरीर वैशिष्ट्ये : ठेवण - मध्यम, संयुक्त डोळे-बटबटीत, दोन्ही पंख जोड्या-पातळ, लांब, रुंद. पुढील पंखांच्या वक्षाकडील अर्ध्या भागावर आणि मागील पंखांच्या जवळ जवळ सर्व भागावर पिवळ्या बुंदक्यांची आणि लाल पट्ट्यांची परखरण, बाकीचा भाग-रंगहीन, पारदर्शी.

आढळ : पाणी अथवा भरपूर ओल असलेल्या बागा अथवा झाडोरा. खाद्य : बागेतील झाडांवर बी झाडोऱ्यावर विहार करणारे लहान लहान कीटक.

विशेष : नैसर्गिक कीड नियंत्रक म्हणून महत्त्व.

भातावरील नाकतोडा

शास्त्रीय नाव : हिरोप्लिफस बनियान

गण : ऋतू पंखी (ऑर्थोपटेरा)

कुल : आखुडशिगी (अँक्रिडिडी)



शरीर वैशिष्ट्ये : टेवण-मध्यम, उभट, रंग-फिकट हिरवा, पायांच्या तिसऱ्या जोडीच्या तळव्यांचा रंग निळसर-लाल. वक्षाच्या पहिल्या खंड भागाच्या आवरणावर तीन आडव्या रेषा.

आढळ : भात खांचराचे बांध, सप्टेंबर ते ऑक्टोबर ऊस, मका, ज्वारी, आदी पिकांवरही.

खाद्य : पाने, कोवळ्या कणसातील दाणे.

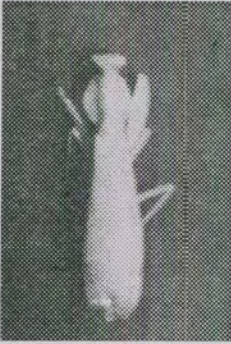
विशेष : उपद्रवी.

खंडोबाचा दासानुदास

प्रजातीचे शास्त्रीय नाव : हिरोड्यूला

गण : भगत (मॅन्टोडी)

कुल : भगत (मॅन्टोडी)



शरीर वैशिष्ट्ये : टेवण-लांबसर, मोठी. रंग-पिवळा. डोळे-गोल बटबटीत, वक्षाच्या पहिल्या खंडभागाचे आवरण इतर खंडभागाच्या आवरणापेक्षा अधिक लांब आणि अरुंद परंतु त्याच्या डाव्या-उजव्या बाजूस त्रिकोणी, चपटा वाढीव भाग, पंखांच्या दोन्ही जोडी पूर्ण विकसित. पायांची पहिली जोडी भक्ष्य पकडण्यास आणि खातांना धरून टेवण्यास अनुकूलित.

आढळ : पुणे जिल्हा, महाराष्ट्र.

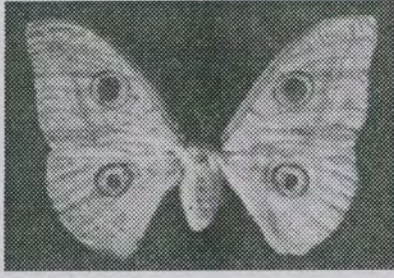
खाद्य : लहान लहान कीटक

विशेष : चालणे तुरुतुरु, भक्ष्य पकडण्यास बराच काळ न हलता स्थिर राहण्याची, दबा धरून बसण्याची प्रवृत्ती. नैसर्गिक कीट नियंत्रक.

भरड रेशिम - पतंग शास्त्रीय नाव : अँन्थेरिया मायलिटा

गण : खवले पंखी (लेपिडोपटेरा) कुल : कृषि-देव (सॅटरनिडी)

शरीर वैशिष्ट्ये : टेवण-मोठी, दोन्ही जोड्या खवल्यांनी दाटीने आच्छादलेल्या, पंख विस्तार ८०-१०० मि.मि. दोन्ही पंखांच्या जोड्यांच्या मधल्या अंगास प्रत्येकी पारदर्शी गोल (भिंग) याभोवती काळ्या रंगाचे कडे, पंखांचा मूळ रंग फिकट पिवळा. पोट-रुंद.



सहा बुंदक्यांचा भुंगेरा

शास्त्रीय नाव : अँन्थिया सेक्सगटाटा

गण : ढाल पंखी (कोलिओपटेरा)

कुल : भू-भुंगेरा (कॅरॅबिडी)



पवित्र शेण किडा

शास्त्रीय नाव : स्कॅरॅबिअस साकेर

गण : ढाल पंखी (कोलिओपटेरा)

कुल : शेणी (कॉप्रिनी)

शरीर वैशिष्ट्ये : ठेवण-लहान, गोलाकार, रंग-काळसर तपकिरी. नराच्या डोक्यावर शिंग, मादीच्या डोक्यावर शिंग नसते. पुढील पंख कवची. पाय काटेरी.

आढळ : वनक्षेत्र.

खाद्य : अर्जुन, साल वगैरेंच्या पानांवर उपजीविका करतात. प्रौढ काहीही खात नाही.

विशेष : कोषापासून भरड रेशिम मिळते. उपयुक्त.

शरीर वैशिष्ट्ये : ठेवण-मोठी, ठसठशीत, स्पर्शा-लांबलचक, मुखावयव-दणकट, दातेरी, पायांच्या जोड्या-लांबसडक, पळण्यास अनुकूलित, रंग-काळा, वक्षाच्या पहिल्या खंडभागावर दोन, तर पुढील कवची पंखांवर चार पांढरे गोलाकार बुंदके.

आढळ : वनक्षेत्र, वृक्षाच्या बुंध्यावर वा जमिनीवर अथवा दगडांखाली.

खाद्य : अळ्या आणि प्रौढ मांसाहारी. अळ्या कीडभक्षी, प्रौढ-नाकतोडे शिसम, देवदार, साग, या वृक्षातील पोखर कीड. विशेष : पोटाच्या मागील भागात दुर्गंध ग्रंथी; त्यांच्या स्रावाने कातडीची जळजळ होते.



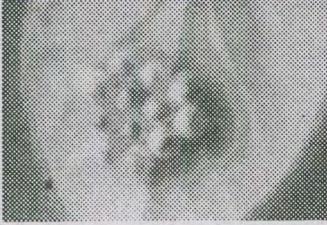
आढळ : अर्धवट किंवा पूर्ण वाळलेल्या शेणा खाली, चराऊ जमिनीत वा वनक्षेत्रामध्ये

ऑक्टोबर नोव्हेंबर मध्ये हटकून आढळतात. खाद्य : शाकाहारी प्राण्यांची विष्टा.

विशेष : शेणांचे गोल गोळे नर मादी एकमेकांच्या मदतीने ढकलत नेताना दिसतात. रात्री दिव्याच्या प्रकाशाकडे आकर्षित झालेले दिसतात.

पान-ढेकण्याची अंडी

पानाच्या खालच्या बाजूवर घातलेली अंडी रांजणाच्या आकाराची असून प्रत्येकावर झाकण असते. गर्भाची पूर्ण वाढ झाल्यानंतर

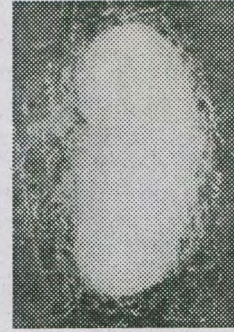


अंड्यातून बाहेर पडणारी पहिली कुमार अवस्था हे झाकण स्वतः डोक्याने ढकलून बाहेर येते. पान ढेकण्याची अंडी साधारणपणे विशिष्ट बंधाकृती मध्ये घातली जातात. अंड्यांची संख्या जातीनिविष्ट असते. मात्र, संख्येला अपवाद असू शकतो. अंड्यांची बुडे पानाला जनन संस्थेतील ग्रंथीच्या चिकट स्रावाने चिकटवली जातात. त्यामुळे पान हलले तरी अंडी त्यावरून पडून जात नाहीत.

रेशीम गुंड्यासारखी कोषावस्था

ही कलापंखी गणातील करवती गांधील माश्यांच्या कुलातील एका गांधीलमाशीची कोषावस्था आहे. प्रकाशचित्रात दिसत आहे. ते एका कोषावस्थेचे कोषावरण असून ते घट्ट आणि अतिशय दाट विणने विणलेले आहे. त्यापैकी काही रेशीम धागे तुटक आणि सैलसर पसरलेले दिसतात. या कोषावस्था साधारणपणे टाकळी, बाभळीच्या कुळातील खुरटी झाडे वगैरेवर आठ ते दहा अशा गटा-गटाने आढळून येतात. ते सामान्यतः ऑगस्ट ते जानेवारी पर्यंत पायवाटांच्या कडेला असणाऱ्या झाडांवर दिसतात.

कोषास वरच्या बाजूला बशी सारखे झाकण असते. गांधील माश्या कोषातून बाहेर



पडताना हे झाकण दूर करून बाहेर पडतात. झाकड उघडलेले दिसून येत नसल्यास त्यातील गांधील माशांची वाढ पूर्ण झालेली नाही असे अनुमान काढण्यास हरकत नाही.



निरीक्षण करण्यासाठी ज्या कीटकांची या पुस्तकात माहिती दिली आहे त्यामध्ये आपल्या अत्यंत जवळच्या आणि घरात उपद्रव करणाऱ्या कीटकांचा समावेश नाही. मात्र त्यासाठी डॉ. जोशींनी एक स्वतंत्र पुस्तक लिहिले आहे, 'घरोपद्रवी कीटक आणि उपाय'. त्यांनी म्हटलं आहे की कीटक हे आपले मित्र नाहीत की शत्रू नाहीत. ते आहेत आपले स्पर्धक. अन्न वस्त्र निवारा यासाठी लागणाऱ्या नैसर्गिक साधनांसाठी दोन्ही घटकांची सतत स्पर्धा चालू असते. त्यातून उभा राहतो सततचा लढा. हा लढा द्यायचा तर या कीटकांची संपूर्ण माहिती आपल्याला

असायला हवी. पण आपल्याला त्यांची नावेसुद्धा धड माहीत नसतात. आपल्या घरातल्या जुन्या लोकरी कपड्यांना लागणारी कसर हा कीटक आहे का कीटकाची अळी? गव्हा-तांदुळात सापडणाऱ्या अळ्यांचे आणि डाळीत किंवा कडधान्यातल्या अळ्यांचे पुढे काय होते? यातील प्रौढ कीटक सारखेच असतात की वेगळे? त्यांचे आयुष्य किती असते? असले सगळे प्रश्न अनुत्तरित राहतात.

या सगळ्यांची उत्तरे फारशा तांत्रिक माहितीत न अडकता या पुस्तकात मिळतील. उपद्रवी कीटकांची विभागणी अशी केली आहे - १. अन्नपदार्थ दूषित करणारे, २. कागद-सूत-लोकरनाशक, ३. लाकडी सामान पोखरणारे, ४. धान्य नाशक, ५. चावणारे व रोगजंतू वाहक.

या सर्व कीटकांच्या उपद्रवापासून वाचण्यासाठी करावयाचे उपायही शेवटी दिले आहेत. उदाहरणादाखल झुरळांची आणि धान्यातल्या कीटकाची माहिती पाहू.

अन्नपदार्थ दूषित करणारे कीटक - झुरळे

आपल्या घरामध्ये, किंवा बागेतील पाला-पाचोळ्याखाली, झुरळाला ज्याने पाहिले नाही असा माणूस शोधूनही सापडणार नाही. कारण, झुरळ ज्यात राहत नाही असे घर सापडत नाही. झुरळ हा कीटक मूळचा आफ्रिका खंडातील रहिवासी, असे त्याचा

सर्वांगीण अभ्यास करणाऱ्या तज्ज्ञांचे मत आहे. दळणवळणाची साधने आणि मार्ग सर्व जगात पोहोचले तसे हे आफ्रिका-निवासी झुरळ सर्व जगाचे निवासी झाले. त्याच्या प्रजातीचे पेरिप्लॅनेटा इंग्रजी नाव, त्याच्या या जगभराच्या वास्तव्यामुळे त्याला बहाल

करण्यात करण्यात आले. 'पेरी' या शब्दाचा अर्थ सभोवताली किंवा सर्वत्र आणि 'प्लॅनेटा' म्हणजे ग्रह. पृथ्वी ग्रहाला ज्याने आपल्या वास्तव्याने व्यापले तो 'पेरिप्लॅनेटा' होय. त्याची जी जात अमेरिकेमध्ये पहिल्यांदा सापडली वा आढळली, तिच्यावरून या झुरळाचे शास्त्रीय नाव पेरिप्लॅनेटा अमेरिकाना (Periplaneta americana) असे ठेवण्यात आले. जी जात ऑस्ट्रेलियात प्रथम आढळली तिला पेरिप्लॅनेटा ऑस्ट्रेलॅसिआ (Periplaneta australasiae) हे नाव दिले. ही जातही आपल्याकडे आढळून येते. पेरिप्लॅनेटा प्रजातीची झुरळे रंगाने फिकट तपकिरी असून त्यांच्या दोन्ही पंख-जोडींची पूर्ण वाढ झालेली असते. त्यांच्या चपट्या शरीराची लांबी उणी-पुरी ३०-३५ मिलीमीटर असते. आपल्या घरात आढळणाऱ्या पेरिप्लॅनेटा प्रजातीची झुरळे दीर्घायुषी असतात. वातावरणातील फेरबदलानुसार त्यांचे आयुष्यमान १०२ ते ५८८ दिवस असते. झुरळाची मादी एका वेळेस एक 'अंडावरण' घालते. आवरणामध्ये १६ अंडी असून ती एका ओळीत आठ अशा प्रकारे दोन ओळींमध्ये ठेवलेली आढळतात. अमेरिकन झुरळाची मादी आयुष्यामध्ये, साधारणपणे ९० अंडावरणे घालते. अंडी उबून पहिली कुमारावस्था बाहेर पडण्यास ३५ ते ५३ दिवस लागतात. पहिल्या कुमारावस्थेपासून प्रौढ अवस्थेपर्यंत पोहोचताना कुमार-अवस्थेला १२ रूपावस्थांमधून पार पडावे

लागते. प्रौढावस्था प्राप्त होण्यासाठी २८५ ते ६८५ दिवस लागतात. साधारणपणे काही पूर्वकालिन रूपावस्था त्यांच्या आईच्या आगेमागे वावरत असतात. आई जाईल तिथे जातात. तज्ज्ञांच्या मते आईच्या विष्टेला कुमारावस्थांना ओळखता येईल असा वास असतो. आई जाता जाता, खाता खाता विष्टा टाकत जात असल्यामुळे तिचा माग काढणे त्यांना शक्य होते.

झुरळे निशाचर आहेत. दिवसा उजेडी ती सांदी-कोपऱ्यात, सांडपाण्याच्या कुंडीमध्ये, कपड्यांची कपाटे, टेबलांचे खण, आकाशवाणी किंवा दूरदर्शनची खोकी वा पेट्यांत स्वस्थ राहतात. दिवस मावळला, अंधार पडला की, त्यांचे चलन-वलन सुरू होते. ती खाद्यपदार्थांच्या शोधात बाहेर पडतात. त्यांना कोणताही वनस्पतिजन्य वा प्राणिज पदार्थ खाद्य म्हणून उपयोगी पडतो. ती आपल्या दातेरी मुखावयवांनी खाद्याचे लहान लहान तुकडे करून खातात. घरात अजाणतेपणाने अथवा घाईगर्दीने उघडे राहिलेले अन्न, लोणी, पुस्तकांच्या बांधणीत वापरलेले गोंदासारखे पदार्थ ह्या गोष्टी त्यांच्या खाण्यात अधिक प्रमाणात आढळतात. ह्या गोष्टी आपण काळजीपूर्वक झाकून ठेवल्या तरी त्यांचे अडते असे दिसत नाही. वाळलेली थुंकी, केस, नखे, पक्ष्यांची गळून पडलेली पिसे, उंदरा-मांजरांची विष्टा यावरही ते आपली भूक भागवू शकतात. कोणताही पदार्थ खाताना ते लालोत्पादक

ग्रंथीचे स्राव सोडतात आणि विष्ठा विसर्जनही करतात. खाद्य-पदार्थांच्या शोधात घरभर फिरतानाही जागोजागी ती विष्ठा विसर्जन करतात. या विष्ठेला कुबट, दुर्गंधयुक्त वास असतो. पडलेल्या जागी विष्ठा वाळली की, जागेवर डाग पडतात. ते धुतले तरी जात जात नाहीत. सांडपाण्याच्या कुंडीत दिवस काढणारी झुरळे सांडपाण्याच्या नळावाटे घरात येत असल्यामुळे त्यांच्या पायांना लागलेली सांडपाण्यातील घाणही घरात येते व सगळीकडे पसरते. त्यांचे हे अशा प्रकारचे वागणे आणि उपद्रव्याप, आरोग्य, स्वच्छता, टापटीप यांना बाधा आणणारे असते. त्यांच्यामुळे आपल्याला एखादा आजार वा रोग तर होणार नाही ना ही भीती आपल्या मनामध्ये सदैव जागी राहते.

साठविण्याच्या धान्यातील कीटक

ई-ब्रुचस सिनेन्सिस

ह्या भुंगेच्याच्या अळ्या, मूग, हरबरा, तूर, पावटा, मसूर, उडीद वगैरे डाळींच्या दाण्याची पोखरून नासाडी करतात. प्रौढ भुंगेरा ६ मिलीमीटर लांब असून त्याचा

आकार हृदयासारखा असतो. त्याच्या पंखावर दोन पिवळे पांढरे ठिपके असून शरिराचा रंग मात्र तपकिरी असतो. भुंगेच्यांची मादी पीक शेतामध्ये उभे असतानाच बहुधा शेंगेवर ६० ते ९५ अंडी घालते. डाळ साठवणीची असेल तर, साठवणीच्या डाळीवरही अंडी घातली जातात. अंड्यातून बाहेर पडलेली अळी शेंग पोखरून दाण्यात प्रवेश करते आणि त्यातील अन्नांश पोखरून खात मोठी होते. अंडी ४-५ दिवसांत उबतात तर अळीची वाढ पूर्ण होण्यास २ आठवडे लागतात. कोषावस्था ४ ते ८ दिवसांची असते. प्रौढ सपंखी असल्यामुळे पोखरलेल्या दाण्यातून बाहेर पडून नव्या दाण्याच्या शोधात उडून जातो. त्यामुळे कोठीघरामध्ये लागण फार झपाट्याने होते आणि नुकसानीची तीव्रता वाढते.

‘कीटकांचा अभ्यास’ हा जरी आपला दृष्टीकोन नसला तरी रोजच्या आयुष्यात आपल्याला सतत भेटणाऱ्या कीटकांबद्दल, मग ते उपद्रवी असोत की आकर्षक, नीटस माहिती देणारी अशी ही दोन्ही पुस्तके प्रत्येकाच्या संग्रही नक्कीच असावीत.



प्रौढ

वाळवी



कामकरी



सैनिक

एका कर्मयोग्याचा अस्त

श्री. ब.द. लिमये हे पुण्यातील हौशी आकाशनिरीक्षकांच्या अगदी परिचयाचं नाव श्री. लिमये आर्वी येथील उपग्रह केंद्राचे माजी प्रमुख आणि ओव्हरसीज कम्युनिकेशन सर्व्हिसेसचे (OCS) चे माजी उपसंचालक होते. ज्योतिर्विद्या परिसंस्था या हौशी आकाशनिरीक्षकांच्या संस्थेचे सभासद आणि नंतर काही काळ अध्यक्ष म्हणूनही ते नावाजले गेले. १० ऑक्टोबरला लिमये सरांचं निधन झाल्याचं कळालं आणि अनेक जुन्या आठवणी डोळ्यासमोर तरळल्या.

१९९१ च्या सुमारास सर ज्योतिर्विद्या परिसंस्थेत एका मोठ्या कालखंडानंतर पुन्हा नियमितपणे यायला लागले. त्यांचा शांत, अभ्यासू स्वभाव व जेष्ठता बघता साहजिकच सभासदांनी त्यांना अध्यक्ष बनण्याची गळ घातली. सरांनी संस्थेचे अध्यक्षपद विनम्रपणे स्वीकारले. अध्यक्ष असताना लिमये सरांनी अनेक चांगल्या उपक्रमांना पाठिंबा व प्रोत्साहनं तर दिलेच पण ते उपक्रम पूर्ण होतील याची काळजीही घेतली. सगळ्यांनाच त्यांच्याविषयी आदर होता. लिमये सर आणि नियमितपणा, वक्तृशीरपणा, काटेकोरपणा हे समीकरणच हातं. दर रविवारी संस्थेत यायचा आणि मंगळवारी ब्रिटिश लायब्ररीत जायचा त्यांचा नियम कधी चुकला नाही. कोणी आलेलं असो वा नसो

सर दर रविवारी संस्थेत हजर असायचेच.

सरांच्या संपर्कात येणारं कोणीही त्यांच्या ज्ञानानं अधिकाधिक संपन्न होत असे. जर कोणालाही विज्ञान, खगोलशास्त्र, संदेश दळणवळण या विषयांतील काही शंका असतील तर सरांना विनम्रपणे विचारल्यात. कोणाच्याही अज्ञानाची त्यांनी कधी खिल्ली उडवली नाही. एवढंच नाही तर समोरच्याला समजेल अशा भाषेत, त्याला समजपर्यंत सांगण्याचं कौशल्य त्यांच्याकडे होतं त्यामुळे त्यांच्या मित्रपरिवारात लहानांपासून मोठ्यांपर्यंत सर्वजणच होते.

खगोलशास्त्र हा जरी त्यांचा विषय नसला तरी त्यांचा या विषयाचा अभ्यास चांगलाच होता. छोट्या मोठ्या विषयावर त्यांनी बरेच लेखनही केले. केप्लरच्या ग्रहांच्या गतीविषयक नियमांबद्दल त्यांनी मराठीत सखोल लेख लिहिले. या लेखांमुळेच आम्हाला केप्लरचे नियम व्यवस्थित कळले असं त्यांची नातवंडं अभिमानानं सांगतात. धूमकेतूच्या कक्षांची मॉडेल बनवण्यात त्यांचा हातखंडा होता. धूमकेतू कसा, कधी सूर्याजवळून जात आहे हे केवळ आकड्यांतून समजत नाही. पण सर कक्षांची काटेकोर गणित मांडून इतकं छान प्रमाणबद्ध मॉडेल बनवायचे की खगोलशास्त्राची, धूमकेतूची गंधवार्ता

श्रद्धांजली

शैक्षणिक संदर्भच्या टीमसाठी ऑक्टोबर महिना फार दुःखदायक होता. संदर्भच्या लेखक परिवारामधले ज्येष्ठ सदस्य श्री.ब.द. लिमये आणि टीमच्या सहाय्यक सदस्य श्रीमती कल्पना साठ्ठे या दोघांचेही कर्करोगाशी सामना करताना निधन झाले.

श्री. लिमये यांनी लिहिलेले तेरा आणि सतराव्या अंकातील भरती-ओहोटी आणि अधिक महिना हे लेख वाचकांना आठवतील. गेल्याच दोन महिन्यात, बोलणेसुद्धा अशक्य झाले असताना, त्यांनी चंद्रकोरीचा आपल्याला दिसणारा आकार याबद्दल एक टिपण लिहून दिले होते, आणि टिळक पंचांग आणि दाते पंचांग या मध्ये पडणाऱ्या फरकामागचे विज्ञान समजावून सांगणारा लेख लिहायला घेतला होता. तो मात्र पूर्ण झाला नाही. जिद्दीने आपले काम चालू ठेवणारे लिमये सर सदैव लक्षात राहतील.

कल्पना साठ्ठे तर आमच्या गटातलीच मैत्रीण. सदैव हसतमुख. आजारी असतानाही संदर्भचा वाचकवर्ग वाढवण्याचे त्यांचे प्रयत्न चालू असत. इतक्या दीर्घ आजारातही त्यांनी कधी चिडचिड-तक्रार केल्याचा एकही प्रसंग घडला नाही. त्यांची हसतमुख मूर्तीच डोळ्यापुढे राहिल.

नसलेल्यालाही त्याचं सहज आकलन व्हावं. कितीतरी जण त्यांच्याकडून धूमकेतूच्या कक्षांची मॉडेल्स कशी बनवायची ते शिकले आहेत.

गेली काही वर्षे सर कर्करोगांशी झगडत होते... खरं कर्करोगच त्यांच्याशी झगडत असावा. कारण 'हिम्मत न हारना!' हे त्यांनी स्वतःचं घोषवाक्य बनवलं होतं. त्यांचा उत्साह बघून बघणाऱ्यालाच शंका यावी की खरंचच या माणसाला कर्करोग झालाय का? त्याही अवस्थेत दिनचर्या व अन्य कार्यक्रम चालूच होते. अगदी शेवटच्या काळात लिहिणं हेच त्यांचं संपर्कमाध्यम

बनलं. बोलणं पूर्णपणे थांबलं होतं. जे काही सांगायचंय ते लिहूनच

आपल्या आजारपणाचं कधी अवडंबर माजवलं नाही किंवा गाजावाजाही केला नाही बोलता येत नसलं तरी लिहिता यायचं आणि ऐकूही यायचं. त्यामुळे काम चालूच ठेवायचे. आम्हालाच त्यांच्या प्रकृतीबद्दल ऐकून वाईट वाटत राही.

निसर्गनियमाप्रमाणे मृत्यू अटळ आहेच. पण मृत्यूनेही ज्यांच्यापुढे ओशाळावं असे लिमये सर आज आपल्यात नाहीत ही हळहळ मात्र वाटत रहाणार.

विनया कुलकर्णी

अेक दृष्टिभ्रम

लेखक : ब. द. लिमये

आपल्याला चंद्राची जी कोर दिसते,
ती आणि तशीच कोर विषुववृत्तावरून दिसते का ?
दक्षिण किंवा उत्तर ध्रुवावरून पहात असू
तर चंद्र वेगवेगळ्या आकारात दिसेल का ?

आपण पृथ्वीच्या उत्तर गोलार्धात रहातो. पुण्याला सूर्य चंद्र व इतर ग्रह, मध्यान्ही बहुधा आपल्या दक्षिणेकडूनच जाताना दिसतात. सूर्य आपल्या उत्तरेला मध्यान्ही फार तर फार वर्षातून ३८-४० दिवस असतो. त्यामुळे उत्तर गोलार्धातील व्यक्तिला सूर्य, चंद्र व ग्रह, पूर्वेला म्हणजे दक्षिणेकडे तोंड केल्यावर, आपल्या डाव्या बाजूला उगवून पश्चिमेला म्हणजे उजव्या बाजूला मावळताना दिसतात.

या उलट दक्षिण गोलार्धात राहणाऱ्या व्यक्तिला सूर्य चंद्र व ग्रह बहुधा त्याच्या उत्तर दिशेकडून जाताना दिसतील. उत्तरेकडे तो असताना त्या व्यक्तिला सूर्य पूर्वेकडे म्हणजे उजव्या बाजूस उगवून पश्चिमेकडे म्हणजे डाव्या बाजूस मावळेल.

शुक्ल पक्षातील अष्टमीला, संध्याकाळी सूर्य पश्चिमेला व चंद्र मध्यान्ही असेल. चंद्राचा सूर्याकडील अर्धा भाग प्रकाशित असेल. उत्तर गोलार्धातील व्यक्तीच्या दृष्टीने सूर्य उजवीकडे, चंद्र डावीकडे म्हणून चंद्राचा उजवा अर्धप्रकाशित व डावा अर्ध अंधारात दिसेल. या उलट दक्षिण गोलार्धातील व्यक्तिला सूर्य डावीकडे, चंद्र उजवीकडे त्यामुळे चंद्राचा डावा अर्ध प्रकाशित व उजवा अंधारात दिसेल हेच दृष्य उत्तर गोलार्धातील व्यक्तिला, उत्तर दिशेकडे तोंड करून चंद्राची प्रतिमा आरशात पहाता येईल.

हरणाचं पाडस

लेखक : द्मीत्री मामिन सिबियार्क • अनुवाद : इंद्रायणी चव्हाण

दूर कुठेतरी उंच उंच डोंगरांच्या उत्तर भागातल्या घनदाट जंगलामधे तिच्की नावाचं एक गाव होतं. या गावामधे फक्त अकरा घरं होती. खरं तरं दहाच म्हटलं तरी चालेल कारण हे अकरावं घर सगळ्यांपासून वेगळं अगदी जंगलाच्या जवळच होतं. गावाच्या चारही बाजूंना देवदारच्या आणि इतर सदाहरित वृक्षांच्या पलटणी उंचच उंच भिंतीसारख्या उभ्या होत्या. फर वृक्षांच्या शेंड्यांच्या पलीकडे काही डोंगर नजरेला पडायचे. या निळ्या काळ्या विशाल डोंगरांनी चारही बाजूंनी तिच्कीला वेढा घातला होता. सगळ्यात जवळ होता, 'झऱ्यांचा डोंगर'. खराब हवामानात या डोंगराचं शुभ्र शिखर भुरक्या भुरक्या ढगांमधे लपून जायचं. या डोंगरावरून खूपसे झरे आणि ओहोळ वहायचे. यातला एक झरा वहात वहात तिच्कीपर्यंत यायचा. उन्हाळ्यापावसाळ्यात, थंडीत बाराही महिने लोक या झऱ्याचं निर्मळ थंड पाणी प्यायचे. तिच्कीमधली घरं कुठेही आणि कशीही बांधलेली होती. ज्याला जिथे वाटलं त्यानं तिथे घर बांधलं होतं. दोन घरं नदीच्या अगदी तीरावरच होती. तर एक घर डोंगराच्या तीव्र

उतारावर होतं. आणि अस्ताव्यस्त पांगलेल्या बकऱ्यांसारखी इतर घरं नदी किनाऱ्यावर, इकडे तिकडे उभी होती. तिच्कीमधे एखादी गल्लीसुद्धा नव्हती. घरांकडे जाणारी एक पायवाट मात्र होती. तिच्कीच्या लोकांना रस्त्याची गरजच नव्हती. कारण रस्त्यावरून चालवायला त्यांच्याकडे एखादी घोडागाडी देखील नव्हती. उन्हाळ्याच्या दिवसात हे गाव दलदलीनं आणि झाडाझुडपांच्या माजलेल्या



रानानं वेढलेले असायचं. अशावेळी जंगलातल्या अरुंद पायवाटांनी सुद्धा तिथे जाणं मुश्किल व्हायचं. पावसाळ्यात डोंगरावरच्या नद्या दुथडी भरून वहायच्या आणि तिच्कीतल्या शिकाऱ्यांना तीन तीन दिवस पाणी उतरण्याची वाट पहात बसावं लागायचं. तिच्कीमधल्या सगळ्या पुरुषांना शिकारीचा नाद होता. थंडी असो की उन्हाळा ते नेहेमी जंगलात फिरत असायचे. जंगल जवळच होतं म्हणून बरं. प्रत्येक ऋतूमधे कोणाची शिकार करायची ते ठरेललं होतं. थंडीमधे अस्वलं, मार्टेन लांडगे आणि तरसाची शिकार करायचे. शिशिरामधे खारीची वसंतात जंगली बकऱ्यांची तर उन्हाळ्यात तऱ्हेतऱ्हेच्या पक्ष्यांची शिकार ते

करायचे. थोडक्यात काय तर बाराही महिने त्यांना हे धोकादायक असं कठीण काम करावं लागे.

जंगलाच्या अगदी जवळ असलेल्या घरामधे येमेल्या हा म्हातारा शिकारी त्याच्या या लहानग्या नातवाबरोबर रहायचा. लाकडाच्या ओंडक्यांनी बांधलेलं येमेल्याचं घर खचल्यासारखं दिसायचं. या घराला फक्त एक खिडकी होती. छताची लाकडे कधीची कुजली होती. धुराची चिमणी म्हणजे नुसता विटांचा ढीग झाला होता. येमेल्याच्या घराला कुंपण नव्हतं, फाटक नव्हतं आणि एखादी खोलीही नव्हती. दरवाज्या-समोरच्या ओट्यावर रात्रीच्या वेळी भुकेलेला लिस्को गुरगुरत असायचा. लिस्को त्या गावातला एक चांगला शिकारी कुत्रा होता. लिस्कोनं पटकन शिकार शोधावी म्हणून दर वेळेला शिकारीला निघायच्या तीन दिवस आधी येमेल्या बिचाऱ्या लिस्कोला उपाशी ठेवायचा.

“आजोबा, आता तर हरणं त्यांच्या बछड्यांबरोबर हिंडत असतील. हो की नाही?” एका संध्याकाळी ग्रिशूकनं त्याच्या आजोबांना विचारलं. झाडाच्या सालीपासून स्वतःसाठी जोडे बनवता बनवता आजोबांनी उत्तर दिलं, “हो रे बाळा. आपल्या बछड्यांबरोबर हिंडतायत ते.” “मग आजोबा तुम्ही हरणाचा बछडा घेऊन आलात तर किती





छान होईल.” “हो रे बाळा नक्की आणेन. आता उन्हाळा सुरू झालाय तेव्हा गोमाशांपासून बचाव करण्यासाठी हरणं त्यांच्या बछड्यांबरोर दाट झुडूपात लपून राहतील. त्याच वेळेला एखाद्या बछड्या मी आणेन. तू थोडा धीर धर.” मुलानं काही उत्तर दिलं नाही. फक्त एक निश्वास टाकला. सहा वर्षांचा ग्रिशूक दोन महिन्यांपासून लाकडी खाटेवर हरणाचं उबदार कातडं पांघरून पडून होता. वसंतामधे बर्फ वितळत असताना त्याला थंडी भरून आली होती आणि त्यातून तो सावरतच नव्हता. त्याचा सावळा चेहेरा पांढरा पडला होता, गालाची हाडं वर आली होती. डोळे मोठे वाटत होते आणि नाक टोकदार दिसत होतं. येमेल्याला कळत होतं की त्याचा नातू दिवसेंदिवस क्षीण होत चाललाय. पण काय करावं हे त्याला

सुचत नव्हतं: तो त्याला झाड पाल्याचा काढा करून पाजायचा. पण त्याची तब्येत काही सुधारत नव्हती. ग्रिशूक काही खातही नसे. एक चतकोरभर पोळी खायचा. वसंतापासून खारवलेलं मांस उरलं होतं पण ग्रिशूक त्याच्याकडे पहायचा देखील नाही. झाडाच्या सालीचे जोडे तयार होत होते. आजोबा विचार करत होते, “काय हवंय तर म्हणे हरणाचं पाडस. ठीक आहे. काही करून आणायला हवं.” येमेल्या सत्तर वर्षांचा होत आला होता. केस पांढरे झालेले, कंबर वाकलेली, अशक्त शरीर आणि लांबलचक हात, येमेल्याच्या हाताचीं बोटं वळायचीच नाहीत. जणू काही लाकडाचीच होती. पण तो चालायचा भरभर आणि थोडी फार शिकारही करायचा. पण त्याचे डोळे मात्र आता काम देईनासे झाले होते. विशेषतः थंडीच्या मोसमात पांढरा शुभ्र बर्फ हिऱ्यांसारखा चमकायला लागला. की म्हाताऱ्या येमेल्याला फार त्रास व्हायचा. त्यामुळेच धुराची चिमणी पडली होती, छत कुजलं होतं. बाकीचे लोक जंगलात जात असताना तो स्वतः घरातच बसून रहात होता. खरं तरी घरी आरामात बसून रहाण्याचे दिवस होते त्याचे. पण त्याची जागा घेणारं कोणी नव्हतं शिवाय ग्रिशूकला सुद्धा फक्त त्याचाच आधार उरला होता. येमेल्याला त्याचा सांभाळ करायचा होता. तीन वर्षांपूर्वी ग्रिशूकच्या वडिलांना ताप आला होता,

त्यातच ते वारले. थंडीच्या दिवसांत एका संध्याकाळी ग्रिशूक आई बरोबर घरी परतत असताना त्यांच्यावर लांडग्यांनी हल्ला केला होता. त्यातून ग्रिशूक वाचला हा मोठा चमत्कारच होता. आईच्या पायांवर लांडग्यांनी झडप घातली तेव्हा तिनं ग्रिशूकला कुशीत लपवलं आणि ग्रिशूक वाचला. म्हाताच्या आजोबांना नातवाचं पालन पोषण करावं लागलं आणि आता हे त्याचं आजारपण! संकटं कधी एकेकटी येत नाहीत हेच खरं.

जून महिना संपत आला होता. तिच्कीमधे याच दिवसात सगळ्यात जास्त उकाडा असायचा. म्हातारी माणसं आणि पोरंसोरं घरातच बसून होती. शिकारी लोक जंगलात हरणांची शिकार करायला गेले होते. थंडीच्या दिवसात लांडगे करतात तसा कण्हण्याचा आवाज येमेल्याच्या घरात तीन दिवसांचा भुकेला बिचारा लिस्को करत होता. “येमेल्या शिकारीला जाणार आहे वाटतं.” गावातल्या बायका बोलत होत्या. आणि हे खरंही होतं. थोड्याच वेळात खरोखरच लांबलचक बंदूक हातात घेऊन येमेल्या घराबाहेर पडला. कुत्र्याला बरोबर घेतलं आणि जंगलाच्या दिशेनं चालू लागला. सालीचे नवीन जोडे त्यानं घातले होते. खांद्यावर झोळी लटकावली होती, तिच्यात पोळी होती. त्यानं फाटका जुना पुराणा अंगरखा आणि डोक्यावर हरणाच्या

कातड्याची टोपी घातली होती. या टोपीमुळे त्याच्या टक्कल पडलेल्या डोक्याचं बर्फापासून आणि उन्हापासून चांगलं रक्षण व्हायचं. “बरं तर बाळ ग्रिशूक आता मी परत येईपर्यंत तू बरा हो बरं का!” येमेल्या निघताना नातवाला म्हणाला,

“मलान्या आजी तुला भेटत राहिल. मी तुझ्यासाठी हरणाचं पाडस घेऊन येतो.”

“आजोबा नक्की आणाल ना?”

“हो रे, सांगितलं ना आणेन म्हणून.”

“पिवळं पिवळं पाडस आणाल?”

“हो रे लेकरा, पिवळं धमक पाडस आणीन.”

“बरं मी तुमची वाट पाहीन. नीट लक्ष द्या. बंदूक चालवताना नेम चुकू देऊ नका.”

कितीतरी दिवसांपासून येमेल्याची शिकारीला जाण्याची इच्छा होती पण नातवाला एकटं सोडायचा धीर होत नव्हता. पण आता नातवाची तब्येत जरा बरी वाटत होती म्हणून नशिबाची परीक्षा पहायचं त्यानं ठरवलं होतं. आणि म्हाताच्या मलान्यानं देखील ग्रिशूकची देखभाल करण्याची तयारी दाखवली होती. घरी बसून रहाण्यापेक्षा हे बरं होतं. येमेल्यासाठी जंगल अगदी घरासारखंच होतं. आणि का नसावं? सगळं आयुष्य त्यानं हातात बंदूक घेऊन कुत्र्याबरोबर जंगलात फिरण्यात घालवलं होतं. जंगलाच्या चारही बाजूंचा शंभर मैलांचा परिसर, तिथल्या पायवाटा, खाणाखुणा त्याच्या ओळखीच्या

होत्या. सरत्या जूनमध्ये जंगल फारच मनोरम दिसत होतं. निरनिराळ्या प्रकारची झाडं झुडपं आणि त्यात रंगीबेरंगी फुलं फुललेली होती. हवेत सुवास पसरला होता. आकाशात उन्हाळ्यातला उबदार सूर्य चमकत होता. जंगलावर, त्यातल्या झाडाझुडपांवर, खळाळत वहाणाऱ्या नदीवर आणि दूर डोंगरांवर सगळीकडे प्रकाशाचा वर्षाव होत होता. जिथे पहावं तिथे हेच मनोहारी दृश्य दिसत होतं. चालता चालता येमेल्या खूपदा थांबला - दम घ्यायला आणि सृष्टीचं सौंदर्य नजरेत साठवायला. ज्या पायवाटेवरून तो चालला होता ती पायवाट नागमोडी वळणं घेत घेत मोठमोठे खडक, कातळ आणि तीव्र चढ टाळत डोंगरावर पोहोचली होती. मोठमोठे वृक्ष छाटले गेले होते. रस्त्याच्या आसपास भोजवृक्षाची आणि गोड लवंगांची नवीन रोपं उगवत होती. वृक्षांच्या हिरव्यागार छत्र्या पसरल्या होत्या. जिकडे तिकडे नवीन फर वृक्षांची दाट होती. रस्त्याजवळच त्याचं हिरवं कुंपण तयार झालं होतं. फांद्याच फांद्या पसरल्या होत्या. पहाडांच्या मधे पोहोचल्यावर दूर वर तिच्की गाव नजरेस पडत होतं. खोल दरीत गाव हरवून गेलं होतं. इथून शेतकऱ्यांची घरं काळ्या ठिपक्यांसारखी दिसत होती. डोळ्यांवर आडोसा धरून बराच वेळ येमेल्या आपल्या घराकडे पहात होता आणि नातवाचा विचार करत होता. डोंगर उतरून जेव्हा ते फरच्या घनदाट जंगलात घुसले तेव्हा

येमेल्या म्हणाला, 'चल लिस्को, शोध घे.' लिस्कोला दुसऱ्यांदा सांगायची गरज नव्हती. त्याला त्याचं काम व्यवस्थित माहिती होतं. आपल्या टोकदार नाकानं जमीन हुंगत तो झुडपांमधे शिरला. थोडाच वेळ त्याची पिवळे ठिपके असलेली पाठ दिसली. शिकारीला आता सुरुवात झाली होती. भीमकाय फर वृक्षाची टोकं जणू गगनाला गवसणी घालत होती. डवरलेल्या फांद्या एकमेकीत गुंतल्या होत्या. त्यामुळे शिकान्याच्या डोक्यावर अभेद्य छत तयार झालं होतं. त्यातून हळूच कुटूनतरी सूर्याचा एखादा किरण ऐटीत येऊन पिवळ्याशार शेवाळ्यावर सोनेरी कवडसा टाकत होता. किंवा एखाद्याच मोठ्याशा पानाला चमकवत होता. अशा प्रकारच्या जंगलातं गवत उगवत नाही. गालिच्यासारख्या मऊ मऊ शेवाळ्यावरून येमेल्या चालत होता.

काही तास तो जंगलात असाच भटकत राहिला. लिस्को तर जणू काही जमिनीमध्ये गडपच झाला होता. मधेच कधीतरी पायाखाली येऊन एखादी काटकी मोडायची किंवा एखादा सुतार पक्षी एका झाडावरून दुसऱ्या झाडावर जाऊन बसायचा. येमेल्या चारही बाजूंना लक्षपूर्वक पहात होता. हरणाच्या अस्तित्वाची काही खूण सापडते आहे का, हरणाने आपल्या शिंगानं एखादी फांदी तोडली आहे का किंवा शेवाळ्यावर त्याच्या खुरांचे ठसे दिसतायत का हे तो पहात

होता. जंगलात कुठे कुठे शेवाळ्यात मधेच जमीन वर आली होती आणि त्या जमिनीवर गवत उगवलं होतं. हे गवत खाल्लं गेलंय का याचं निरीक्षण येमेल्या करत होता. अंधार दाटून आला होता. म्हातारा आता अगदी दमला होता. रात्रीचा आसराही शोधायचो होता. येमेल्या विचार करत होता, "कदाचित दुसऱ्या शिकाऱ्यांनी हरणांना घाबरवलं असेल. पण त्याच वेळी लिस्कोच्या केकाटण्याचा हलकासा आवाज आला आणि पाठोपाठ काही फांद्या मोडल्याचा आवाज देखील आला. येमेल्या फरच्या झाडाखालून उठला आणि वाट पाहू लागला. ते हरीणच होतं. मोठमोठी शिंगं असलेलं सुंदर हरीण सगळ्या जंगली प्राण्यांतला सुंदर, मोठा प्राणी. पहा, त्यानं आपली शिंग पाठीला टेकवून कान टवकारले आणि वास घ्यायला लागला. पापणी लवायच्या आत विजेच्या वेगानं झुडुपात जाऊन लपायला तो तयार झाला. म्हातारान्या येमेल्यानं हरणाला पाहिलं खरं पण ते खूपच लांब होतं. तिथपर्यंत गोळी पोहोचलीच नसती. लिस्को झुडुपात लपून, श्वास रोखून गोळी झाडल्याच्या आवाजाची आतुरतेनं वाट पहात होता. त्याच्या नाकात हरणाचा वास बसला होता. गोळी झाडली गेली आणि हरीण सुसाट पळालं. येमेल्याचा नेम चुकला होता. लिस्को भुकेनं विव्हळायला लागला. त्या बिचाऱ्या

कुत्र्याला हरणाच्या भाजलेल्या मासाचा खरपूस वास आठवत होता, मोठं हाडूक डोळ्यांसमोर येत होतं, जे त्याला त्याच्या मालकाकडून मिळालं असतं. पण त्याऐवजी आता त्याला उपाशीपोटीच झोपायला लागणार होतं. आणि ही अत्यंत वाईट गोष्ट होती. "जाऊ दे ऐश करू दे त्याला. आपल्याला हरणाचं पाडस हवं आहे, कळलं का लिस्को?" रात्री शंभर वर्ष जुन्या फर वृक्षाखाली शेकोटी पेटवून बसलेला येमेल्या म्हणत होता. आपलं टोकदार नाक पंजावर टेकवून लिस्को शेपूट हलवत बसला होता. त्याच्या नशिवात आज भाकरीचा कोरडा तुकडाच होता, तो त्याला येमेल्याने दिला. तीन दिवस येमेल्या जंगलात भटकत राहिला. पण काही उपयोग झाला नाही.



पाडसांबरोबर हिंडणारी हरणं काही त्याच्या नजरेस पडली नाहीत. त्याच्या अंगात आता अगदी त्राण उरलं नव्हतं. पण रिकाम्या हातानं घरी जाण्याचं धाडस देखील होत नव्हतं. दरम्यान लिस्कोनं एक दोन छोटे ससे पकडले होते पण तो उदास होता आणि अशक्त झाला होता. तिसरी रात्रही त्यांना जंगलात शेकोटीजवळ बसून काढावी लागली. स्वप्नात सुद्धा म्हाताऱ्या येमेल्याला पिवळं पिवळं पाडस दिसत होतं. गिःशूकनं आणायला सांगितलं होतं, अगदी तस्सं. म्हाताऱ्यानं खूप वेळा नेम साधायचा प्रयत्न केला पण प्रत्येक वेळी ते हरीण पळून गेलं. लिस्कोलासुद्धा बहुतेक स्वप्नात हरणं दिसत होती. कारण बरेचदा रात्री तो केकाटला आणि भुंकायला लागला होता. चौथ्या दिवशी जेव्हा शिकारी आणि त्याचा कुत्रा दमून, थकून गेले होते तेव्हा अचानक त्यांना हरणाचा आणि पाडसाचा माग लागला. ते डोंगराच्या उतारावर फरच्या घनदाट झुडुपांत होते. हरीण रात्री जिथे राहिलं होतं ती जागा लिस्कोनं शोधून काढली आणि मग गवतात हरवलेले पावलांचे ठसे पण हुंगून शोधून काढले. “हरणी आणि पाडस आहेत” गवतावरचे छोट्या आणि मोठ्या खुरांचे ठसे पहात येमेल्या विचार करू लागला. “आज सकाळी इथेच होते. लिस्को बाबा शोध पटकन.”

कडकडीत ऊन होतं आणि हवा तापली

होती. कुत्रा जीभ बाहेर काढून झाडं झुडपं आणि गवत हुंगत होता. येमेल्या खूप कष्टां पाय ओढत चालत होता. तेवढ्यात अगदी ओळखीची खुसफुस ऐकू आली. लिस्को एकदम गवतावर निपचित पडला. जरासुद्धा हालचाल करत नव्हता. येमेल्याला त्याच्या नातवाचे बोल आठवत होते. “आजोबा पाडस घेऊन या. पिवळं पिवळं पाडस.” ती पहा हरणी. किती सुंदर आहे. ती जंगलाच्या त्या टोकावर उभी होती. आणि भेदरून येमेल्याकडे पहात होती. कीडे-कीटक तिच्यावर घोंघावत होते. त्यामुळे ती सारखी शहारत होती. “तू मला फसवू शकणार नाहीस” दबा धरलेल्या जागेतून बाहेर पडत येमेल्या म्हणाला. हरणीला खूप आधीच शिकान्याचा सुगावा लागला होता. पण ती निर्भयपणे त्याच्या हालचाली पहात होती. “मला पाडसापासून दूर नेण्याचा विचार आहे काय ?” रांगत, दबकत तिच्या दिशेनं जाताना येमेल्या विचार करत होता. तो नेम धरणार तेवढ्यात ती सावध होऊन थोडी लांब पळत गेली आणि उभी राहिली. येमेल्या पुन्हा बंदूक घेऊन दबकत निघाला. मग हळूहळू तो हरणीजवळ पोहोचला. पण पुन्हा नेम धरून गोळी झाडणार तितक्यात ती पळून गेली. कित्येक तास येमेल्या चिकाटीनं हरणीचा प्राठलाग करत होता. तो पुटपुटत होता. “नाही, तू पाडसापासून दूर जाऊ



शकणार नाहीस.” माणूस आणि प्राण्यांचं हे युद्ध संध्याकाळपर्यंत चाललं होतं. लपलेल्या पाडसापासून शिकान्याला दूर नेण्याच्या प्रयत्नात आईनं दहा वेळा आपला जीव धोक्यात घातला होता. म्हातान्या येमेल्याला या साहसाचा रागही येत होता आणि आश्चर्यही वाटत होतं. शेवटी ती काही वाचू शकणार नाही. आतापर्यंत कितीतरी वेळा आपला जीव धोक्यात घालणाऱ्या अशा आईला त्यानं मारलं होतं. लिस्को सावलीसारखा आपल्या मालकाच्या मागे दबकत रांगत होता आणि जेव्हा हरीण दिसेनासं झालं. तेव्हा त्यानं आपल्या गरम नाकाचा धक्का येमेल्याच्या पायाला दिला. म्हातान्यानं वळून पाहिलं आणि पटकन खाली वाकला. साधारण वीस यार्ड अंतरावर गोड लवंगांच्या झाडांखाली ते पिवळं पाडस

उभं होतं. त्यालाच शोधायला येमेल्या तीन रात्र भटकत होता. खूप छान पाडस होतं ते, काहीच महिन्याचं होतं. पिवळे पिवळे केस आणि सडपातळ पाय. सुंदर मान मागे वळवली होती. वरची फांदी पकडताना ते आपली लवचिक मान ताणत होतं. शिकारी श्वास रोखून पहात होता. त्यानं बंदूक रोखली आणि त्या छोट्या निष्पाप जिवाच्या मस्तकावर नेम धरला.

क्षणात ते कोवळं पाडस शेवटची किंकाळी फोडून गवतात कोसळलं असतं. पण त्याच वेळी शिकान्याच्या मनात आलं की त्या पाडसाची आई किती शूरपणे आपल्या पाडसाचं रक्षण करत होती. आणि मग ग्रिशूकच्या आईनं ग्रिशूकचं रक्षण कसं केलं ते देखील त्याला आठवलं. आपला जीव देऊन लांडग्यांच्या तावडीतून ग्रिशूकला त्याच्या आईनं कसं वाचवलं हे पण त्याला आठवलं. म्हातान्या येमेल्याच्या मनात चर्रं झालं. आणि त्यानं बंदूक खाली घेतली. पाडस पहिल्यासारखंच झाडांजवळ फिरत होतं, पानं ओरबाडत होतं आणि जरा कुठे खुट्टे झालं की सावध होत होतं. पटकन उठून येमेल्यानं शीळ घातली आणि छोटं पाडस विजेच्या वेगानं झाडीत दिसेनासं झालं. “वा! वा! काय मस्त पळतंय.” असं म्हणत म्हातारा गालातल्या गालात हसत होता. “बाणासारखं सुसाट गेलं. बघ लिस्को, पळाल आपलं पाडस. जाऊ दे. अजून



त्याला खूप खूप मोठं व्हायचंय. किती चपळ आहे पाहिलंस ना?" बराच वेळ येमेत्या एकाच जागी उभा राहून पाडसाला आठवत होता आणि मनातल्या मनात हसत होता. दुसऱ्या दिवशी तो घरी परतला.

“आजोबा, पाडस आणलंत?” आतुरतेनं आजोबांची वाट पहाणाऱ्या ग्रिशूकनं विचारलं.

“नाही रे ग्रिशूक. पण मी त्याला पाहिलं मात्र.”

“पिवळं होतं?”

“हो पिवळं पिवळं. आणि नाक काळं. झाडाखाली उभं राहून पानं ओरबाडत होतं. मी नेम धरला आणि...”

“आणि नेम चुकला, हो ना?”

“नाही रे बाळा, मला त्या छोट्या पाडसाची आणि त्याच्या आईची दया

आली. मी शीळ घातली आणि ते उड्या मारत झाडीत दिसेनासं झालं. पळून गेलं लबाड कुठचं.” तीन दिवस कशा प्रकारे पाडसाचा शोध घेतला आणि ते कसं पळून गेलं हा प्रसंग येमेत्या बराच वेळ ग्रिशूकला रंगवून रंगवून सांगत राहिला. आणि ते ऐकता ऐकता ग्रिशूक आजोबांबरोबर खळखळून हसत राहिला. मग त्याने जंगली कोंबडा सोलून स्वच्छ केला आणि पातेल्यात टाकला. मुलानं अतिशय आनंदानं तो रस्सा प्यायला. झोपण्यापूर्वी खूप वेळ तो आजोबांना विचारत राहिला,

“आजोबा पाडस पळून गेलं?”

“हो रे बाळा पळून गेलं.”

“पिवळं पिवळं होतं ना?”

“हो संपूर्ण पिवळं. फक्त नाक आणि खूर काळे होते.” हे ऐकता ऐकताच ग्रिशूक झोपी गेला आणि रात्रभर आईबरोबर जंगलात फिरणारं छोटंसं पिवळं पिवळं पाडस त्याच्या स्वप्नात येत राहिलं. म्हातारा येमेत्याही शेकोटीजवळ झोपला होता आणि झोपेतच हसत होता.

भारत ज्ञानविज्ञान समितीच्या जनवाचन बालपुस्तक मालेतून साभार.



लेखक : द्मीत्री मामिन सिबियार्क,
संक्षिप्त हिंदी अनुवाद : योगेन्द्र नागपाल
चित्रांकन : अविनाश देशपांडे

मराठी अनुवाद : इंद्रायणी चव्हाण, रंगभूषाकार,
भाषांतराची आवड.

संदर्भ

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा.
मागील उपलब्ध सर्व अंक (१५)	रु. २२५/-*	
वार्षिक वर्गणी	रु. १२५/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक* / मनी ऑर्डर

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

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु.
बँक ड्राफ्ट/चेक/मनीऑर्डरने संदर्भ च्या नावे पाठविली आहेत.

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

नाव _____

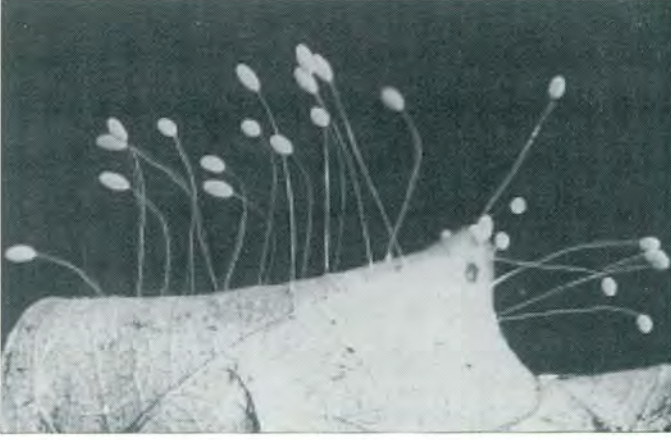
पत्ता _____

सही _____ तारीख _____

संदर्भ, वंदना अपार्टमेंट्स, आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.

❖❖❖ फोन : ०२०-५४६१२६५. वेळ : १२.३० ते ४.

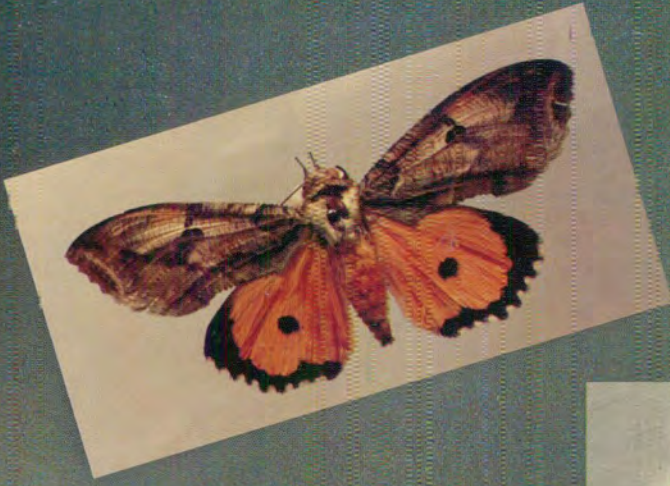
आमचे प्रतिनिधी १) श्री. नदलाल जोशी, चंद्रमा - १७ ब, अंकुर, महाबँक सोसायटी
सावेडी रोड, अहमदनगर ४१४ ००१.
२) श्री. नागेश मोने ११२३, ब्राह्मणशाही, भाग्योदय निवास,
वाई, जि. सातारा



सोन किड्याची अंडी

सोन किड्याची (क्रायसोपा) मादी, पानांवर, खोडावर वा फांद्यांवर पुंजक्या पुंजक्यांनी अंडी घालते. अंडी निक्षेपकाचे टोक पानावर टेकले असता अंड्याबरोबर जनन संस्थेतील ग्रंथीचा स्राव बाहेर पडतो. त्याचा एक भाग पानास चिकटून राहतो. अंड निक्षेपक वर उचलला जात असता अंड्याला चिकटलेला स्रावाचा भाग ताणला जातो आणि हवेच्या संपर्काने त्याचा कठीण ताठ तारेसारखा धागा तयार होतो. या धाग्याच्या टोकावर अंडे चिकटते आणि हवेच्या झोता बरोबर डोलू लागते. अंडी पानांच्या वा फांद्यांच्या पृष्ठभागापासून वर उचलली गेल्यामुळे त्यांचे मुंग्यांसारख्या भक्षकापासून रक्षण होते. परोपजीवी प्राण्यांना त्यात स्वतःची अंडी घालणे अशक्य होते.

माहिती व छायाचित्र : कीटक निरीक्षकांचा सोबती या पुस्तकातून साभार



ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००३ FMI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नलिमा सहस्रबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोणरा, कर्वे पथ पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.