डिसें. ०६ – जाने. ०७

शैक्षणिक संदर्भ

अंक ४३

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी

संपादक :
नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

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

साहाय्य :
ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर,
स्वाती केळकर, राजेंद्र गाडगीळ

अक्षरजुळणी :
न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

मुखपृष्ठ, मांडणी, छपाई :
रमाकांत धनोकर,ग्रीन ग्राफीक्स.

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

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ४३
डिसेंबर ०६ - जानेवारी ०७

पालकनीती परिवारसाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

पत्ता : संदर्भ, ९, वंदना अपार्टमेंट्स,
आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.
दूरध्वनी : २५४६१२६५
ई-मेल : pryd@indiatimes.com

मुखपृष्ठ व रोमेनस्क कला या लेखातील
छायाचित्रे राम अनंत थत्ते यांच्याकडून साभार.

पोस्टेजसहित
वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-

रोमेनस्क काळातली धामधूम संपल्यावर राजकीय आणि सामाजिक स्थिरता आली आणि गॉथिक कलेचा प्रसार झाला. मोठमोठ्या भव्य चर्चच्या इमारती, उत्तुंग मनोरे, त्रिमितीचा आभास निर्माण करणारी उत्कृष्ठ भित्तीचित्रे, झळाळणारी काचचित्रे या सर्वांची निर्मिती या काळात सुरू झाली. त्याबद्दल वाचा – रोमेनस्क कला या लेखामध्ये.

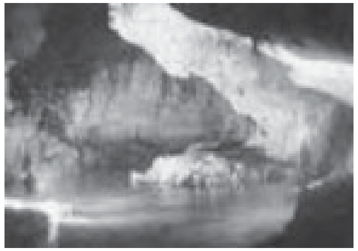
अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ४३

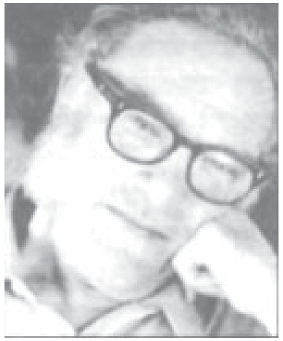
- अबब... गुहा ! ५
- पानांची गोष्ट ९
- युरेका ! युरेका !! झिंदाबाद १४
- करू या प्रयोग २२
- रेखांशाचे कोडे २५
- जाणा अक्षरांचे गुज ३३
- सिलिकॉन युग ३६
- रोमेनस्क कला ४१
- मुक्तीची विज्ञानवाट ४७
- रचना दीर्घवर्तुळाच्या ५७
- जडण घडण ६०
- तुर्कनामा ६३
- जीवाश्म ७२

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

अबब... गुहा ! ५



पावसाचे आम्लधर्मी पाणी जेव्हा चुनखडकावर पडते तेव्हा ते खडक झिजतात. ही अशी झीज वर्षानुवर्षे चालू राहते. खडकातून त्या पाण्यात विरघळलेले क्षार त्या पाण्याबरोबर वाहून नेले जातात. अनेकदा पाणी वाहून जातं आणि क्षार तिथे मागेच साचू लागतात. या चुन्याचे थर एकावर एक बसतात. जिथून क्षार विरघळतात तिथला खडक झिजतो आणि दुसरीकडे नवे थर तयार होतात. एका बाजूला गुहा तयार होतात तर दुसरीकडे नवीन शिल्पाकृती तयार होतात. नगर जिल्ह्यामधे वडगाव दर्या नावाच्या ठिकाणी ही प्रक्रिया तुम्हाला पाहायला मिळते. अर्थातच जगप्रसिद्ध गुहांसारख्या इथल्या गुहा अतिप्रचंड नाहीत, त्यांचे फोटोही चांगले स्पष्ट येत नाहीत. पण तरीही आपल्या इतक्या जवळ ही प्रक्रिया पाहायला मिळते ती संधी आपण अवश्य घ्यायला हवी.



युरेका ! युरेका !! १४

आयझॅक असीमोव आंतरराष्ट्रीय कीर्तीचे विज्ञानलेखक. ‘फाऊंडेशन सीरीज’, ‘गाइड टू सायन्स’ आणि ‘अंडरस्टॅंडिंग फिजिक्स’ ह्या त्यांच्या काही प्रसिद्ध पुस्तकमालिका. त्यांनी सामान्यांसाठी विज्ञान विषयक तर लिहिलंच पण अनेक विज्ञान कथाही लिहिल्या. स्टार ट्रेक नावाच्या सीरीयलमधले परग्रहावरून आलेले डाटा आणि लोर नावाचे रोबो तुम्हाला आठवतात का ? या सगळ्याची मूळ कल्पना असिमोव यांची होती. विज्ञान विषयक प्रचंड लेखन केलेल्या असीमोव यांनी लिहिलेला एक लेख इथे वाचायला मिळेल. वैज्ञानिक शोध कसे लागतात ? मुद्दाम ठरवून काम करताना का कसे ? याचे सोदाहरण विवेचन त्यांनी केले आहे.

रेखांशाचे कोडे २५

एखाद्या ठिकाणचे रेखांश ठरवण्यासाठी अचूक घड्याळ वापरायला हवे हे १६६० सालीच समजले होते. पण प्रत्यक्ष तसे घड्याळ बनवायला १७३६ साल उजाडले. हे घड्याळ बनवणारा घड्याळजी - जॉन हॅरिसन हा आयुष्यभर वेगवेगळी घड्याळे बनवत होता. त्यासाठी विविध शोधही लावत होता - त्याची ही कथा.

मुक्तीची विज्ञानवाट ४७

विश्वातील चैतन्यपूर्णता आणि या चैतन्याची रूपांतरणे हा या लेखांकाचा विषय. विज्ञान आणि तत्त्वज्ञान हे आपापल्या परीनं या विश्वातल्या घटनांचा अर्थ लावण्याचा प्रयत्न करत असतात. हिंदू तत्त्वज्ञान, बौद्ध तत्त्वज्ञान आणि आधुनिक विज्ञान या तिन्हींच्या संकल्पना एकाच दिशेकडे नेतात त्याबद्दल वाचू या.

तुर्कनामा ६३

एखादा देश पाहायला जायचं असेल तर मीना प्रभूंच्या बरोबर जावं. नुसता डोळ्यांना दिसणाऱ्या दृश्यांवर अवलंबून न राहता, तिथे भेटणाऱ्या माणसांशी त्या नातं जोडतात. त्या त्या देशाचा इतिहास, भूगोल, समाज या सगळ्यांचाच सखोल अभ्यास करतात. तुर्कस्थान पाहून आल्यावर लिहिलेलं हे पुस्तक वाचून आपल्याला त्यांच्याबरोबर या देशाचा प्रवासच घडतो जणू.

शिक्षकांसाठी पूरक योजना

शाळेतील शिक्षकांना शैक्षणिक संदर्भ सहज उपलब्ध व्हावे यासाठी, काही हितचिंतकाच्या मदतीने ही योजना आखली आहे.
ज्या शाळेतील शिक्षक आपापसात काही रक्कम गोळा करून शै. संदर्भ घ्यावयास उत्सुक असतील त्यांची पूरक वर्गणी भरली जाईल. हे अंक वर्षभर शिक्षक कक्षात सहज वाचनासाठी उपलब्ध असावेत अशी अपेक्षा राहील.
या पद्धतीचा प्रतिसाद देणाऱ्या शाळांना, शाळांच्या मुख्याध्यापकांचा नावावर शिक्षक कक्षासाठी हे अंक वर्षभरपाठवले जातील. मुख्याध्यापकांनी शिक्षकांशी चर्चा करून हा निर्णय घेतल्यास ते अधिक उपयुक्त ठरेल.

संदर्भचे प्रतिनिधी

१) श्री. नंदलाल जोशी, चंद्रमा - १७ ब, अंकुर, महाबँक सोसायटी, सावेडी रोड, अहमदनगर ४१४ ००१. फोन - ०२४१-२३२३६०७

२) श्री. नागेश मोने, ११२३, ब्राह्मणशाही, भाग्योदय निवास, वाई, जि. सातारा. फोन - ०२१६७-२२०७६६

३) श्री. विष्णु सोमण, आनंदनगर, जालगाव, दापोली, जि. रत्नागिरी ४१५ ७१२ फोन - ०२३५८-२८२१९१

४) ॲड. देवीदास वडगावकर, देवधर - आदर्शनगर तांबरी - उस्मानाबाद फोन - ०२४७२-२२४३२५

५) डॉ. मधुकर गुंबळे, अपेक्षा होमिओ सोसायटी, गुरूकुंज - मोझरी ता. तवसा जि. अमरावती ४४४ ९०२, फोन - ०७२२५-२२४२४०

६) श्री. राजेंद्र गाडगीळ, सृजन व्यक्तीमत्व विकास प्रकल्प, २३७, शिवाजीनगर, जळगाव - ४२५ ००१ फोन - ०२५७-२२२३९७१, मो. : ९४२३९७३११५

७) श्री. प्रकाश खटावकर, ३०४, सोमवार पेठ, सातारा, फोन - ०२१६२-२३४५७५.

८) श्री. शरद जोशी, ग्रंथ प्रसारक, अमर कल्पतरु को-ऑप. सोसायटी, देवी चौक, शास्त्रीनगर, डोंबिवली, (प.) जि. ठाणे फो-०२५१-२४८६९६७

९) सौ. स्मिता जोगळेकर, एम-२५२, रिझर्व्ह बँक क्वार्टर्स, नॉर्थ ॲव्हेन्यू, सांताक्रुझ प.मुंबई-५४ फो - ०२२- २६६०२९४७

१०) श्री. अरूण केशव खाडीलकर, १३ अ, आनंदवन हौसिंग सोसायटी, आरटीओ ऑफीसजवळ, विजापूर रोड, सोलापूर - ४१३ ००४ फो - ९८५००९३६२३

११) राजीव तांबे, ए/२०२, पुर्णिमा दर्शन, श्रीखंडे वाडी, डोंबिवली - ४२१ २०१ email : rajivcopper@yahoocom.in

१२) समुचित एन्व्हायरो-टेक प्रा.लि., फ्लॅट क्र.६, एकता पार्क को.ऑप.हौ. सोसा. निर्मिती शोरूममागे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे ४११ ००४. फो - ०२०-२५४६०१३८

शैक्षणिक संदर्भ ची वर्गणी आता या पत्त्यावरही भरू शकता, येथे पुस्तक संचही मिळू शकतील.

साधना मीडिया सेंटर,

४३१ शनिवार पेठ, वीर मारुती मंदिराजवळ, पुणे ३०.

अबब ... गुहा !

एलिफंटा किंवा अंजिठ्याच्या अंधाऱ्या गुहा आपल्या परिचयाच्या आहेत. आपण त्या ओळखतो ते त्यातील कोरीव कामामुळे. त्यातील अग्निज खडकांमध्ये सुबक कोरीव काम करून तयार केलेल्या अप्रतिम प्रतिमांमुळे. तसेच त्या काळी मर्यादित सुविधा उपलब्ध असताना, तेव्हाच्या कारागिरांनी जे कसब दाखवले त्यामुळे. म्हणजेच हा सलाम असतो तो त्यातील कलेला. एरव्ही या ठिकाणी गुहा म्हणून वेगळे असे वैशिष्ट्य नाही. अशा वेळी अन्य काही गुहा सगळ्यापासून हटके भासतात. म्हणजे पूर्णपणे आपल्या स्वतःच्या नैसर्गिक स्वरूपात उभ्या असलेल्या गुहा. यांचा शिल्पकार आहे खुद्द निसर्गच!

या प्रकारच्या भूगर्भीय गुहा पटकन लक्षात येत नाहीत. कारण अर्थातच् त्यांचे जमिनीच्या खाली असणे. या दुर्लक्षित गुहांची नैसर्गिक शिल्पे, जी निसर्गाच्याच 'झीज आणि नवरचना' या नियमामुळे बनलेली असतात तीही दुर्लक्षित राहतात. क्वचित कधी मग त्यांचे फोटो पहावयास मिळाले की आश्चर्याने आपल्या भुवया उंचावतात आणि उघडलेले तोंड मिटतच नाही. ''अबब! एवढी मोठी... गुहा... ? आणि असे भन्नाट नक्षीकाम ...!''

उदाहरणेच द्यायची झाली तर अमेरिकेतील केन्टुकी राज्यात मॅमथ केव्ह नावाची भूमिगत गुहा आहे. झाडाच्या फांद्यांप्रमाणे त्याच्या अनेक शाखा आहेत. लांबी म्हणाल तर एकूण ५६२ कि.मी. म्हणजे साधारण मुंबई ते अहमदाबाद अंतर, तेही निसर्गाने निर्मिलेले. सन १७९९ मध्ये प्रथमच रॉबर्ट हॉचिन्स नावाच्या शिकाऱ्याने तिचा शोध लावला. जंगली अस्वलाचा पाठलाग करता करता त्याला अचानक या गुहेचा शोध लागला. त्यानंतर गुहेचे संपूर्ण सर्वेक्षण करण्यात अनेक वर्षे निघून गेली. गुहेचे प्रचंड रूप पाहता अगदी स्वाभाविकपणे त्याचे नाव मॅमथ ठेवले गेले.

बाह्य सपाटीपेक्षा ३६० फूट खोल असलेली ही गुहा हे एक वेगळेच 'पाताळजगत' आहे. या गुहेच्या आत तीन नद्या आहेत. त्यातील एक तर ६० फूट रुंद आहे. दोन मोठे तलाव, आठ धबधबे आणि तब्बल ६०,००० डबकी! आणि गुहेतील नक्षीकाम! पाहणारा केवळ थक्क होऊन पाहतच राहतो. नैसर्गिक झीजेमुळे सरत्या काळाबरोबर गुहेमध्ये आपोआपच विविधाकृती आकार निर्माण झाले आहेत. पाने, फुले, वृक्ष, पशू, पक्षी, धबधबे, काही तर नाट्यगृहातील वर खाली जाणाऱ्या चुण्याचुण्यांच्या पडद्यासारखे सुंदर, मोहक.

खोल गुहेत राहणाऱ्या सजीवांना दृष्टी नसते. कारण एरव्हीही ते तेथील मिट्ट काळोखात काहीच पाहू शकत नाहीत. ज्या गोष्टीचा उपयोग नाही ती सरत्या काळाबरोबर लोप पावते हा तर सृष्टीचा नियमच होय. म्हणूनच या गुहेतील अनेक जीव, येथील वाळवी, जलचर सारेच दृष्टीहीन आहेत.

खोलपणाच्या दृष्टीने जिचा पहिला नंबर लागावा अशी भूमिगत गुहा आहे, फ्रान्समधील रेस्यु जीया बर्नाड गुहा. (जगातील सर्वाधिक गुहांचा देशही फ्रान्सच आहे.) साहसवीरांचे एक पथक या गुहेमध्ये १९८९ मध्ये हळूहळू आत उतरत गेले. ते ५,२५६ फूट खाली उतरले तरीही गुहेचा तळ सापडेना. मग काय हे पथक उलट दिशेने पर्वतारोहणाचा विश्वविक्रम करून बाहेर आले. त्यांना वर जाण्याऐवजी खाली जाण्याबद्दल तेनसिंग व हिलरी प्रमाणे गौरवण्यातही आले.

या गुहेत एवढा मिट्ट आणि घनदाट काळोख आहे की प्रत्येकी एक हेडलाइट असणे अपरिहार्यच आहे. उभ्याच्या उभ्या भेगांचे खडक ठिकठिकाणी आहेत. कमरेला मजबूत दोरखंड बांधल्याशिवाय इथे पाऊल टाकणे म्हणजे साक्षात मृत्यूलाच आमंत्रण. कारण गुहा गुडूप अंधारी आणि पूर्णतया अनोळखी. एखाद्याचा पाय सटकला, तो निसटला तर त्याचे साथीदार कदापि त्याचा थांग काढू शकणार नाहीत. त्याला शोधून काढणे तर सर्वथा अशक्यप्रायच.

दुसरा महत्वाचा मुद्दा म्हणजे जसजसे खोल जावे तसतसा हवेचा दाब वाढतच जातो. सारा भार छातीवर येत जातो. जगातील माहीत असलेल्या गुहांपैकी साधारण बारा गुहा एक किलोमीटर (साधारण ३,२८० फूट) पेक्षाही खोल आहेत. पण गंमत बघा, सतत स्वतःचा जीव धोक्यात टाकण्याची हौस असणारे वीर या साऱ्यांचा अधिकाधिक शोध घेतच असतात.

आणखी एक विचित्र गुहा आहे, इन्डोनेशियामध्ये. नाव आहे 'सारावाक चेम्बर' पण थांबा, या गुहेची माहिती करून घेण्याआधी जाणून घेऊया की या विराट पाताळगुहा बनतात तरी कशा?

कल्पना करा - एका भांड्यात मीठ मिश्रीत वाळू ठेवली आहे. त्यावर मधोमध पाण्याची धार सुरू केली तर काय होईल? मीठ पाण्यात विरघळून जाईल आणि मिठाच्या जागी पोकळी निर्माण होईल. हीच क्रिया या भूगर्भीय गुहांमध्ये घडते. पाण्यामध्ये जरा जरी आम्लाचा अंश असेल तर चुनखडक सहजी विरघळून जातात. पावसाच्या पाण्यामध्ये कार्बनडायॉक्साइड मिसळलेला असतो. त्यामुळे हे पाणी आम्लधर्मी असते. पावसाचे पाणी जमिनीवर पडते. त्यातील काही भूगर्भापर्यंत झिरपते आणि हे पाणी चुनखडकांची झीज करत राहते. ही क्रिया शेकडो नव्हे, हजारो-लाखो वर्ष अविरत चालू राहते आणि भूगर्भात पोकळ्या निर्माण होत राहतात.

जरा जरी जागा, भेग, पन्हळ मिळाली की त्यातून वाहत सुटणे हा पाण्याचा स्वभावच आहे. म्हणूनच छोट्या भेगा बघताबघता पसरत जातात. खोलीही वाढत जाते. परंतु

रुंदी त्याहीपेक्षा जास्त प्रमाणात पसरते. याच रुंदीची कालांतराने गुहा तयार होते. एक स्थिती अशी येते की पाण्याला वाहण्यासाठी पुढे वाटच सापडत नाही. मग ते तिथेच साचत राहते, थोडंफार वाहून गेलं तरी नव्या आम्लधर्मी पाण्याने त्याची जागा भरून निघते आणि ही क्रिया अशीच निरंतर चालू राहते.

आता इन्डोनेशियाच्या गुहेकडे परत जाऊ या. इन्डोनेशियातील बॉर्निओ बेटावर ही महाकाय गुहा आहे. याचा पत्ता जानेवारी १९८१ मध्ये अचानकच लागला. काही इंग्रज संशोधक तेथील गर्द जंगलांमध्ये फिरत होते. या ठिकाणी कधी धुंवाधार वृष्टी सुरु होईल, याचा भरवसा नाही म्हणून ते एखाद्या गुहेच्या शोधात होतेच. त्यांना एक छोटंसं प्रवेशद्वार दिसले. त्यांच्यातील तिघे या द्वारामधून आत शिरले व आत आत जातच राहिले, पोकळी संपायचे कोणतेही चिन्ह नाही. आश्चर्याने दिपलेले ते संशोधक पाहतच राहिले. मति कुंठित व्हावी असा नजारा त्यांना दिसला. फुटबॉलची ३८ मैदाने एकत्र करावीत एवढी ती गुहा दिसत होती आणि निसर्गाचा चमत्कार म्हणजे एवढ्या प्रचंड रचनेला कुठेही खांब नाही, आधार नाही, भिंती नाहीत...! थक्क होण्यातून थोडे बाहेर आल्यावर त्यांनी गुहेचे नामकरण केले सारावाक चेम्बर.

जगातील प्रचंड गुहा म्हणून दरवर्षी हजारो पर्यटक या गुहेला भेट देतात. इन्डोनेशियाच्या पर्यटन विभागाने तिला फ्लड लाइटस् लावून लखलखीत केले आहे. या गुहेची लांबी २,३०० फूट, उंची २३० फूट आणि अधिकतम रुंदी १,३०० फूट!

फूटात अंदाज येत नसेल तर कल्पना करा २३२ फूट लांब अशी बोईंग ७४७ प्रकारची दहा जम्बोजेट एका ओळीत उभी केली आहेत. आता आली कल्पना?

या ठिकाणी आलेला पर्यटक तीनचार तासाचा हा फेरफटका आयुष्यभर विसरु शकत नाही. मग काय येत्या सुट्टीत कुठे जाणार ... माथेरान ... महाबळेश्वर, सिमला, मसूरी की ... थेट सारावाक ?

गुजराती सफारी डिसें. २००४ मधून साभार

अनुवाद - **स्मिता जोगळेकर,** गुजराती आणि मराठी भाषांमध्ये लेखन आणि अनुवाद.

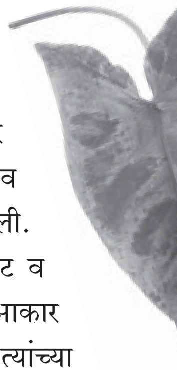
पानांची गोष्ट

भाग - १

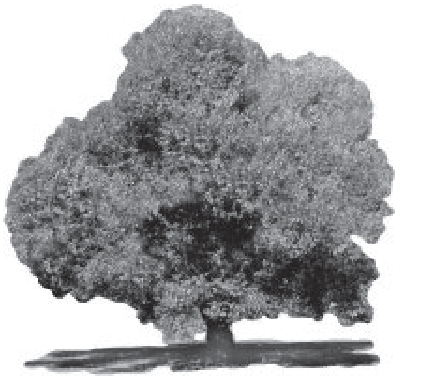
लेखक : अ.चिं. इनामदार

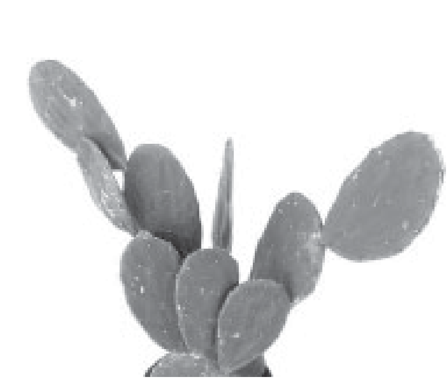
पांडव वनवासात असतांना दुर्वास त्यांची सत्वपरीक्षा पाहाण्यास आले. आपल्या हजारो शिष्यांना भोजन घालण्यास त्यांनी सांगितले. 'द्रौपदीची थाळी' घासून ठेवली होती. प्रार्थनेनंतर श्रीकृष्ण आले, पण त्यांनीच आधी खायला मागितले. थाळीवर चुकून राहिलेल्या एका पानाने त्यांची भूक भागली. ही पौराणिक कथा रूपकात्मक मानली, तरी सर्व प्राण्यांचे उदरभरण पाने - प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षपणे - करतात ही वस्तुस्थिती आहे. कशी असतात ही पाने?

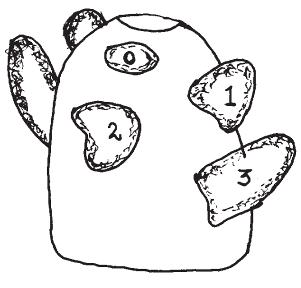
वनस्पतींचे जमिनीवर आगमन झाल्यावर हळूहळू त्यांच्या वेगवेगळ्या भागांचे कार्य व त्याला अनुरूप अशी त्यांची रचना ठरली. पानांकडे अन्न तयार करणे, श्वासोच्छ्वास व बाष्पोश्वसन ही कामे आली. त्यानुसार त्यांचा लांबट व चपटा, पातळ असा आकार ठरला. आंतर-रचनाही त्यांच्या कामांना साजेशी ठरली. वाहक ऊती असलेल्या शिरा, प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या एक किंवा दोन प्रकारच्या पेशी व वरच्या व खालच्या भागात असलेली बाह्यत्वचा (Epidermis) हे पानांच्या रचनेचे मुख्य भाग. पण ही रचना शाकीय पानांची.



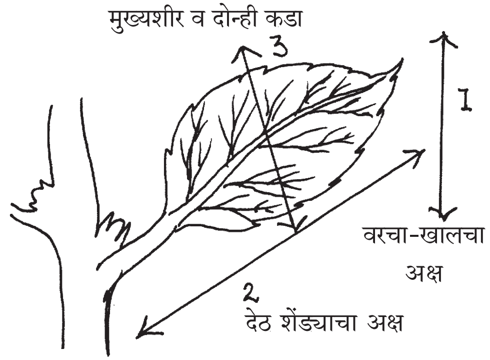
वनस्पतीत पाने वेगवेगळ्या प्रकारची असतात. कांदा किंवा लसुणामध्ये असणारी पातळ व रंगहीन शल्कपर्णे, आपण नेहेमी पाहातो ती हिरवी पाने, व फुलात असलेली पुष्पकोश व पुष्पमुगट यांची दले ही शास्त्रीय दृष्टीने पानेच आहेत. शिवाय बाभळीचे काटे, बिग्नोनियाचे हुकासारखे वळलेले आकडे, निवडुंगाचे काटे आणि वाटाण्याचे तणाव ही पानांची, त्यांच्या भागांची किंवा पर्णिकांची रूपांतरे आहेत. पानफुटीच्या फुगीर पानाच्या कडांना सुप्त कोंब असतात, व अशी पाने चिखलात टाकल्यास कडेच्या कोंबापासून नवीन रोपे तयार होतात.







० - पुढील पानाचे ठिकाण
१,२,३ - क्रमाने येणारी पाने



एका झाडावर किती पाने असावी ? वड-पिंपळासारख्या वृक्षराजांवर हजारोंच्या संख्येने पाने असतात. आंब्याला काही शेकड्यात तर केळी-पपईला काही पाने असतात. सर्वात मोठे फूल येणाऱ्या मलेशियातील रॅफ्लेशिया अर्नाल्डि या वनस्पतीला एकही पान नसते. ऑफिओग्लॉसम ही नेचेसदृश वनस्पती व काही प्रकारच्या जमिनीवर येणाऱ्या ऑर्किडना एकच पान असते. उत्तर-पूर्व आफ्रिकेतल्या वाळवंटी भागात वाढणाऱ्या वेलविट्शिया मिरॉबिलिस या सूचिपर्ण वर्गातल्या वनस्पतीला पूर्ण आयुष्यात दोनच पाने येतात. रिबीनप्रमाणे लांब असणाऱ्या या पानांना समांतर शिरा असतात अन् अनेकदा त्यांच्या धांदोट्या होतात.

पानांचे आकार तरी किती लहानमोठे! व्हिक्टोरिया रेजिया या राक्षसी कमळाच्या पानांचा आकार सुमारे एक मीटर असतो, त्यावर लहान मूल आरामात बसू शकते आणि तरी पान पाण्यात बुडत नाही. आपल्याकडे केळी, जंगली अळू यांची पाने खूप मोठी असतात, तर 'रीप' (पायलिया) ची एक मिलीमीटरपेक्षा लहान.

वनस्पतीत पानांचे आगमन

काही प्रकारच्या सागरी शैवालांमध्ये (उदा. सरगॅसम) वनस्पतीच्या मुख्य अक्षाला चपटे व लांबट भाग जोडलेले असतात. काही शैवालांमध्ये (उदा. मॉसेस) याप्रमाणेच पण पानाशी अधिक जवळीक साधणारे भाग असतात. त्यांना मुख्य शीर असते, पण उपशिरा नसतात. नेचाच्या चार समूहापैकी आदिम समूह सोडला तर बाकीच्या तीन समूहात 'पाने' आहेत. चौथ्या समूहात पाने विविध पद्धतीनी रूपांतरित झाली असून दोन प्रकारचे बीजाणू धारण करतात.

सूचिपर्णी वनस्पतींच्या तीन विभागात पानांत भरपूर वैचित्र्य आढळते. (अर्थात् हे सर्व सध्या असलेल्या वनस्पतीबाबत. अश्मीभूत वनस्पतीत तर पानात प्रचंड वैविध्य आढळते.)

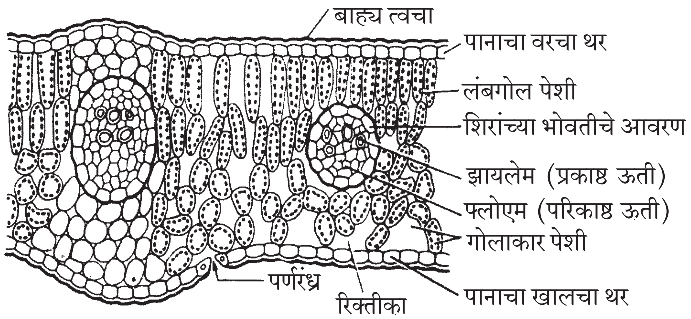
मूलत: पान हा वनस्पतीच्या हवेतील किंवा जमिनीवरील खोडाचा 'जोड' (appendage) आहे. त्यांचा उगम बाहेरच्या भागांतून होतो.त्यामुळे ती सहज तोडता येतात. मुळांचे असे नाही. मुळे वनस्पतीच्या आतील भागातून निघतात, त्यामुळे ती 'तोडता' येत नाहीत, कापावी लागतात.

पाने अनेक प्रकारे रूपांतरित होतात. त्यातील सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे त्यांचे लैंगिक पुनरुत्पादनात महत्त्वाची भूमिका असलेल्या पेशींशी साहचर्य. रूपांतरित झालेल्या (उदा. सपुष्प वनस्पती) व कमी झालेल्या किंवा न झालेल्या (उदा. नेचे) पानांचे याबाबतीत महत्त्व आहे.

आपल्या सर्वात परिचित असलेल्या फुलांत पुष्पकोश, पुष्पमुगुट, पुंकेसर व स्त्रीकेसर ही फुलाची चारी दले रूपांतरित पानांची बनलेली असतात.

पानांचे आयुष्य कमी असते. तसेच त्यांची वाढही मर्यादित असते. पाने खोडाच्या किंवा अग्रांकुराच्या आसपास अत्यंत ठराविक पद्धतीने तयार होतात. अग्रांकुराच्या बगलेत (Flante) असलेल्या थोड्या पेशी अधिक वेगाने विभाजन पावतात. त्यामुळे 'पान' तयार होते. पानाची वाढ होतांना वरचा-खालचा अक्ष, देठ-शेंड्याचा अक्ष व -पानाचा सपाट भाग, मुख्य शीर व दोन्ही कडा. या तीन अक्षांना अनुसरून होते. पानाची वरची बाजू अधिक तजेलदार व गडद हिरवी असते, (त्या बाजूवर अधिक सूर्यप्रकाश पडतो, त्यामुळे प्रकाश संश्लेषणासाठी ती अधिक तयार असते), तर जमिनीकडील बाजू अधिक खडबडीत असते. खालच्या बाजूवर अधिक पर्णरंध्रे असतात. श्वासोच्छ्वास व बाष्पोश्वसन ही

द्विदल वनस्पती पानाची आंतररचना



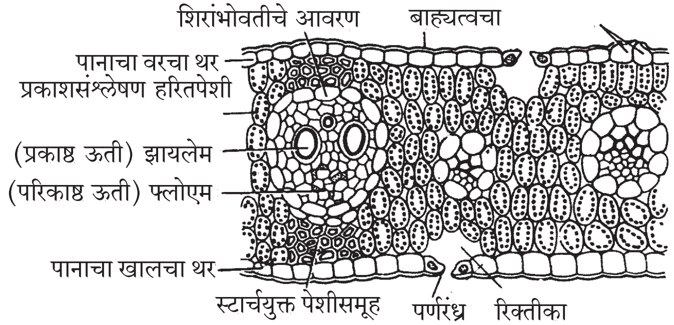
अधिक प्राधान्याने खालच्या बाजूकडून होतात.

अगदी कोवळी पाने हिरवी नसतात. रंगहीन-फिकट लाल, पोपटी अशा रंगछटा बदलत पान गर्द हिरवे होते. याचे कारण पानातील लवके (plastids) त्याप्रमाणे रंग बदलत असतात. पान जुने होऊन गळायला आले की परत हरितलवकाचा इतर लवकात बदल होतो, पानातील स्टार्च व प्रथिने वनस्पतीत परत घेतले जातात, पानाचा देठ व खोडामध्ये एक विशिष्ट प्रकारच्या पेशींचा थर तयार होतो व यामुळे पान तुटते. पाश्चात्य देशात पानगळीच्या हंगामात पानांचे रंग चित्रविचित्र होतात. आपल्याकडे इतके होत नाही, पण जंगली बदामाची पाने गळतांना अनेक रंगांची होतात.

आंतरिक रचनेप्रमाणे पानांचे मुख्यत: दोन प्रकार होतात. सूर्यफूल व बहुतेक द्विदल वनस्पतींच्या पानांमध्ये वरील व खालील बाह्यत्वचा व शिरांशिवाय दोन प्रकारच्या प्रकाशसंश्लेषण करणाऱ्या पेशी असतात. वरच्या त्वचेखाली लंबगोल पेशी एकाला एक खेटून असतात, तर त्यानंतर खालच्या बाह्यत्वचेपर्यंत असलेल्या पेशी गोलाकार असून त्यात मोकळ्या जागा असतात. मुख्य शीर, तिच्या शाखा, त्यांच्या शाखा व उपशाखा यामुळे जाळीदार शिराविन्यास होतो. छेदामध्ये अशा शिरा व उपशिरा अनेक प्रकारे कापल्या जातात. शिरा, उपशिरा व त्यांच्या लहान-लहान शाखामधून असेंद्रिय पदार्थ व पाणी पुरविले जाते, तसेच तयार झालेले अन्न इतरत्र वाहून नेले जाते.

मका, गवते व इतर काही वनस्पतीतील शिरा एकमेकींना समांतर असतात अशा शिरांच्या भोवती हे विशिष्ट थराचे आवरण (Bundle sheath) असते. याच्या पेशीमध्ये हरित लवके असतात, पण त्यात हरितद्रव्याऐवजी स्टार्चचे कण असतात.

समांतर शिरा असलेल्या पानाची आंतररचना



प्रकाशसंश्लेषक हरितपेशीही दोन प्रकारच्या नसतात, त्या एकाच प्रकारच्या म्हणजे गोलाकार व त्यामधील जागांसह असतात. या दोन प्रकारच्या रचनांचा संबंध प्रकाशसंश्लेषणाच्या दोन मार्गांशी आहे.

बहुतेक झाडांची पाने गळाल्यावर खुणा राहात नाहीत, पण नारळ, पपई इत्यादि झाडांवर गळालेल्या पानांच्या खुणा राहातात. द्विदल वनस्पतीत पान व त्याची मातृशाखा किंवा खोड यामध्ये कुक्षीय कोंब असतो, तो वाढला तर त्यापासून फांदी किंवा फूल

किंवा फुलांचा समूह तयार होतो. पाने अनेक असतात, पण फांद्या मोजक्या असतात, कारण फांदीचा किंवा खोडाचा अग्रांकुर वाढत असेल तर एक प्रकारचा वाढीला अडथळा करणारा परिणाम घडविला जातो, आणि त्यामुळे सगळे कुक्षीय कोंब सुप्तावस्थेत राहातात. जर अग्रांकुर कापला तर ते कार्यवाहीत येतात, आणि झाडाला फांद्या फुटतात. एरवीसुद्धा फांद्या या शेंड्यापासून लांब व उलट्या क्रमाने वाढतात व सर्वात खालची फांदी वयाने सर्वात जास्त व सामान्यत: आकाराने सर्वात मोठी असते.

बहुतेक पाने फांदीला लंबरूपात येत नाहीत तर पानांचा देठ फांदीशी लघुकोन करतो. त्यामुळे सूर्यकिरण पानावर लंबरूपात पडत नाहीत व फार तापण्यापासून पानाचे रक्षण होते. बाष्पोश्वसनाने पण पाने थंड राहातात.

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

युरेका ! युरेका !! झिंदाबाद

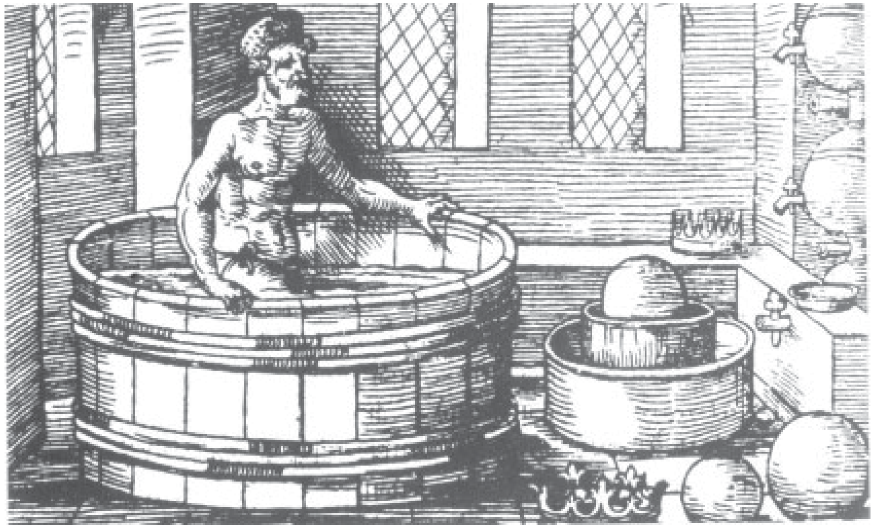
लेखक : आयझॅक असीमोव ● **अनुवाद :** गो.ल. लोंढे

आर्किमिडीजच्या आयुष्यात 'युरेका' चमत्कार घडला तेव्हा तो काही ठरवून, विचार करून, शोध लावायला बसला नव्हता. दैनंदिन कामे सावकाशपणे करता करता एक कल्पना त्याच्या मनात एकाएकी चमकून गेली त्यासरशी आनंदाच्या भरात त्याने 'युरेका! युरेका!!' असा उच्चार केला.

आर्किमिडीजच्या नंतर किती शास्त्रज्ञांच्या बाबतीत असा (हाच नव्हे) प्रसंग कधी ना कधीतरी घडला असेल. 'युरेका! युरेका!!' (मला सापडले! मला सापडले!!' हे उद्गार किती शास्त्रज्ञांनी (त्यांच्या भाषेत) काढले असतील! या दुःखमय जगातील हे निखळ आनंदाचे क्षण किती शास्त्रज्ञांच्या वाट्याला आले असतील ?

मला वाटते विज्ञानाच्या इतिहासात अशा घडामोडी नेहमीच होत असाव्यात. तंत्रशुद्ध पद्धतीने विचार करून कदाचित काही थोडेफार शोध लागलेही असतील, नाही असे नाही. अशा तंत्रशुद्ध पद्धतीने (ऐच्छिक विचारांची ठराविक चौकट वापरून) शोधांची फक्त पार्श्वभूमी तयार होते. ऐच्छिक विचारांची चौकट ओलांडून संशोधकाचे मन जेव्हा अनैच्छिक विचारपद्धतीच्या प्रांगणात शिरते, तेव्हाच कल्पना स्फुरतात, प्रेरणा मिळतात, कोडी सुटतात आणि शोध लागतात.

शास्त्रज्ञ हे तार्किक विचारसरणीशी वचनबद्ध असतात. एखाद्या संशोधनाच्या बाबतीत पूर्वी काढले गेलेले निष्कर्ष ते पडताळून पहातात. ते संशोधन विकसित करण्यासाठी पुन्हा पुन्हा प्रयोग करतात. प्रयोग करण्याच्या बाबतीत काही बदल करीत राहतात व संशोधनाच्या यशाच्या अंतिम पायरीपर्यंत जातात. याबाबतीतही ते वचनबद्ध असतात! अनेक प्रयोग करीत असताना ज्या प्रयोगातून काही निष्पन्नच निघत नसेल तर त्या प्रयोगांचा उल्लेख संशोधनाच्या अंतिम अहवालात होत नाही.



त्याच प्रमाणे एखादे प्रेरक अनुमान जरी सत्यसृष्टीत उतरणारे असू शकले तरी त्याचा 'प्रेरक अनुमान' असा साधा उल्लेखही होत नाही. फक्त ऐच्छिक विचारांचीच पद्धतशीर साखळी बनवली जाते व अंतिम अहवालात समाविष्ट केली जाते.

याचा परिणाम असा होतो की वैज्ञानिक शोधपत्र (रिसर्च पेपर) वाचणारा मनुष्य अगदी शपथेवर सांगू लागतो की संशोधनाच्या अगदी सुरुवातीपासून प्रत्येक टप्पा पूर्ण करीत असतांना शास्त्रज्ञाच्या मनात फक्त ऐच्छिक विचारच येत असतात.

परंतु ही वस्तुस्थिती नसते.

तार्किक विचारप्रणालीचा स्वीकार करणाऱ्या व त्यातच सर्व जीवन समर्पित करणाऱ्या शास्त्रज्ञांच्या मनात कधीतरी तार्किक विचारसरणीच्या पलिकडचा विचार येतो. त्या विचारावर त्यांचा ताबा नसतो. या घटनेलाच आपण 'रहस्योद्घाटन' असे म्हणतो.

तार्किक विचारसरणीच्या कक्षे-बाहेरच्या विचाराला आपण अनैच्छिक विचार असे म्हणू. अनैच्छिक विचाराची चुणूक एकाएकी जाणवते. आपल्याला त्या विचाराची भुरळ पडते व खूप आनंद होतो. फ्रेडरिक ऑगस्ट केक्युलेचे उदाहरण पहा ना!

केक्युलेचे 'युरेका! युरेका!!'

सुमारे सव्वाशे वर्षापूर्वी म्हणजे केक्युलेच्या काळात वनस्पती व प्राणीमात्रांच्या शरीरातील पेशींशी संबंधित असलेल्या कार्बनिक अणूंच्या संरचनेविषयी रसायनशास्त्रज्ञांच्या मनात प्रचंड कुतूहल होते. त्यांच्या माहितीप्रमाणे बऱ्याचशा अकार्बनिक अणूंची रचना साधी सोपी होती.

निरनिराळ्या मूलद्रव्यांच्या अणूंच्या संयोगाने संयुगाचा अणू तयार होत होता. उदाहरणार्थ हायड्रोजनचे दोन अणू व ऑक्सिजनचा एक अणू यांच्या संयोगाने पाण्याचा एक अणू तयार होतो (H_2O). सोडिअमचा एक अणू आणि क्लोरीनचा एक अणू यांच्या संयोगाने साध्या मिठाचा एक अणू तयार होतो ($NaCl$) वगैरे.

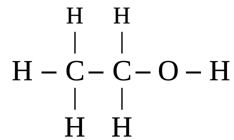
कार्बनिक संयुगाचा अणू मात्र, कार्बनचा एक अणू दुसऱ्या मूलद्रव्याच्या अणूंशी संयोग पावून बनत होता. कार्बनचे दोन अणू, हायड्रोजनचे सहा अणू, व ऑक्सिजनचा एक अणू यांच्या संयोगाने एथिल अल्कोहोलचा एक अणू बनत होता (C_2H_6O). याच पद्धतीने साखरेचे रासायनिक सूत्र ($C_{12}H_{22}O_{11}$) लिहिले जात होते. इतर काही कार्बनिक अणूंची सूत्रे तर यापेक्षाही गुंतागुंतीची होती.

याखेरीज आणखी असे आढळून येत होते की, अकार्बनिक संयुगाच्या अणूमधील अणूंची संख्या व प्रकार समजणे बहुधा बरेच वेळा सोपे असते, पण कार्बनिक संयुगाच्या अणूंच्या बाबतीत मात्र याखेरीज अधिक माहितीची आवश्यकता भासते. डायमेथिल इथरचे रासायनिक सूत्र (C_2H_6O) असे आहे आणि एथिलअल्कोहोल चे सूत्रही (C_2H_6O) असेच आहे. पण दोन्ही संयुगांच्या गुणधर्मांमध्ये पुष्कळ फरक आहे. याचा अर्थ असा की प्रत्येक संयुगातील कार्बन अणूच्या भोवती निरनिराळ्या मूलद्रव्यांचे अणू वेगवेगळ्या पद्धतीने जोडले गेले असावेत. जुळणीच्या या वेगवेगळ्या पद्धती कोणत्या ? त्या कशा समजणार ?

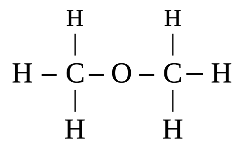
इसवी सन १८५२ मध्ये इंग्लिश रसायनशास्त्रज्ञ एडवर्ड फ्रँकलँड यांना सूक्ष्म निरीक्षणाने असे लक्षात आले की संयुगामध्ये एका मूलद्रव्याच्या एका अणूला दुसऱ्या मूलद्रव्याचे किती अणू जोडले जावेत यांची संख्या ठराविक, निश्चित असते. या संख्येला नंतर संयुजा असे नाव देण्यात आले. सन १८५८ मध्ये केक्युलेने ही कल्पना अधिक विकसित केली. त्यांनी केलेल्या निरीक्षणांवरून कार्बन अणूची संयुजा चार ठरली. हायड्रोजन अणूची संयुजा एक ठरली तर ऑक्सिजन अणूची संयुजा दोन ठरली. आणि याप्रमाणेच इतरही मूलद्रव्यांच्या अणूंच्या संयुजा ठरल्या.

मूलद्रव्याच्या अणूबद्दल एखादे अक्षर सांकेतिक खूण म्हणून वापरायला सुरवात झाली. आधी ते अक्षर लिहावे त्या मूलद्रव्याची जी संयुजा ठरली असेल तितक्या रेषा त्या अक्षराला जोडून दाखवाव्यात. आता अशा संरचनात्मक (बंध - हे एकेरी, दुहेरी किंवा कधी तिहेरी असू शकतात) मांडणीत बंधाच्या मोकळ्या टोकाला दुसऱ्या एखाद्या मूलद्रव्याचे अक्षर किंवा अनेक मूलद्रव्यांची सांकेतिक अक्षरे लिहिली की झाले संयुगाचे सूत्र तयार! हा

तर अगदी खेळच झाला!! या पद्धतीप्रमाणे एथिल अल्कोहोलचे सूत्र असे लिहिता येते.



आणि डायमेथिल इथरचे सूत्र असे लिहिता येते.



वरील दोन्ही सूत्रात कार्बनचे प्रत्येकी दोन अणू आहेत व त्यांना चार एकेरी बंध आहेत. हायड्रोजनचे सहा अणू प्रत्येकी एक एकेरी बंधाने जोडले गेले आहेत. तर ऑक्सिजनचा एक अणू दोन एकेरी बंधांनी जोडला गेला आहे. दोन्ही अणूतील मूलद्रव्यांचे अणू संख्येने व स्वरूपाने सारखेच आहेत पण त्यांची मांडणी वेगळ्या पद्धतीने केलेली आहे.

केक्युलेचा सिद्धांत अतिशय उपयुक्त ठरला. नंतर त्या सिद्धांताचा विस्तारही झाला व त्याला सखोलताही आली. आजच्या रसायनशास्त्राच्या पुस्तकांमध्येसुद्धा केक्युलेच्या रचनेवर आधारित असलेली संयुगाची सूत्रे आपण पाहतो. ती सूत्रे अचूक आणि साधी वाटतात, आणि म्हणूनच ती महत्त्वाची आहेत, उपयुक्त आहेत.

सन १९५८ नंतर केक्युलेची ‘संरचनात्मक पद्धत’ पुष्कळशा कार्बनिक संयुगांना लावून पाहिली गेली. संरचनेतील साम्य आणि भेद या गोष्टी संयुगांच्या अणूंच्या साम्य आणि भेदांशी अगदी बरोबर जुळत होत्या. ज्ञात व अज्ञात कार्बनी संयुगांची सूत्रे लिहिण्याची किल्लीच जणू काय सापडली असे वाटू लागले.

असे असले तरी एक गोष्ट खटकायला लागली. सर्वांना सुपरिचित असलेल्या बेंझीनचे सूत्र केक्युलेच्या संरचनात्मक पद्धतीने मांडता येत नव्हते. ते सूत्र त्या पद्धतीत बसत नव्हते. बेंझीनच्या अणूमध्ये जितके कार्बनचे अणू आहेत, तितकेच हायड्रोजनचेही अणू आहेत. असे मानले जात होते. बेंझीनचा अणुभार ७८ होता. फक्त एक कार्बनचा अणू व एक हायड्रोजनचा अणू मिळून अणुभार १३ होता. म्हणजेच बेंझीनच्या अणूमध्ये कार्बनचे ६ अणू व हायड्रोजनचे ६ अणू सामावले जात होते व बेंझीनचे सूत्र C_6H_6 असे मानले

जात होते. आणि येथेच तर सगळा गोंधळ होत होता. केक्युलेच्या संरचनात्मक पद्धतीने हायड्रोकार्बन (हायड्रोजनचा एक अणू आणि कार्बनचा एक अणू) चीच साखळी तयार होत असेल (जशी कार्बन अणू आणि हायड्रोजन अणू यांची साखळी बनते तशी) अशी कल्पना केली जात होती. उदा. हेक्झेन (Hexane) या संयुगाच्या सूत्रातील कार्बनच्या सर्व अणूंच्या संयुजांचे संतुलन होत असेल तर त्याचे सूत्र

```
    H   H   H   H   H   H
    |   |   |   |   |   |
H – C – C – C – C – C – C – H
    |   |   |   |   |   |
    H   H   H   H   H   H
```

असे असायला पाहिजे होते. अशा रीतीने संयोग झाले तर त्याला 'संतृप्त' मानले जाते. आणि संतृप्त हायड्रोकार्बनची रासायनिक क्रियेत भाग घेण्याची क्षमता खूपच कमी असते.

संयुग जर 'संतृप्त' होत नसेल तर त्याच्या सूत्रात दुहेरी बंध लिहावा लागतो. उदाहरणार्थ हेक्झिन (Hexene) चे सूत्र

```
    H   H   H   H   H   H
    |   |   |   |   |   |
H – C – C –C = C – C – C – H
    |   |           |   |
    H   H           H   H
```

असे लिहितात. हे संयुग 'असंतृप्त' (किंवा अस्थिर) असते कारण त्यातील दुहेरी बंध सहज मोकळा होतो व तेथे दुसरा अणू जोडला जातो. म्हणजेच हेक्झिन हे संयुग रासायनिक दृष्टीने 'सक्रिय' आहे.

जर एखाद्या संयुगाच्या अणूत कार्बनचे सहा अणू असतील. तर त्या सर्व अणूंच्या एकेरी बंधाचे संतुलन होण्यासाठी हायड्रोजनचे चौदा अणू लागतील; तरच ते हेक्झेनसारखं 'निष्क्रिय' संयुग तयार होईल. हेक्झिनमध्ये हायड्रोजनचे फक्त बाराच अणू असतात. संतुलन होण्यासाठी जर हायड्रोजनचे अणू कमी पडले तर एक किंवा एकापेक्षा अधिक दुहेरी बंध किंवा कदाचित तिहेरी बंधही वापरावे लागतील मग तर ते संयुग हेक्झिनपेक्षाही जास्त 'सक्रिय' होईल.

आणि बेंझीनचे सूत्र तर C_6H_6 आहे. हेक्झेनमध्ये असलेल्या हायड्रोजनच्या अणूंच्या संख्येपेक्षा हेक्झिनमधील हायड्रोजनच्या अणूंची संख्या कमी आहे. म्हणून हेक्झेन हे कमी क्रियाशील आहे. पण बेंझीन तर हेक्झेनपेक्षाही कमी क्रियाशील आहे. हेक्झेनमधील हायड्रोजनचे १४ अणू कार्बनच्या ६ अणूंचे जे संतुलन करतात त्यापेक्षाही जास्त संतुलन बेंझीनमधील ६ हायड्रोजनच्या अणूंकडून ६ कार्बनच्या अणूंचे होते असे वाटते.

काही लोकांना ही गोष्ट किरकोळ वाटू शकेल. केक्युलेची संरचनात्मक पद्धत इतक्या सगळ्या संयुगांसाठी अगदी चपखलपणे वापरता येते की कोणीही त्यापुढे बेंझीन हा सामान्य नियमाला अपवाद आहे

असेच सांगेल.

पण विज्ञान म्हणजे काही इंग्रजी व्याकरण नाही. विज्ञानात एखाद्या गोष्टीला असं सहजपणे अपवाद म्हणता येत नाही. सामान्य व्यवस्थेत चपखल न बसणारे अपवाद असतील तर त्या व्यवस्थेतच काहीतरी उणीव आहे असा त्याचा अर्थ वैज्ञानिक करतात. सकारात्मक दृष्टिकोण ठेवून असे म्हणता येईल की, सामान्य व्यवस्था इतकी विकसित करायला पाहिजे की त्यात अपवादही चपखल बसतील आणि सामावून जातील. सामान्यत: असे विकसन पुढील प्रगतीला कारणीभूत होते, म्हणून अपवादांकडे विशेष लक्ष द्यायला लागते.

जवळजवळ सात वर्षेपर्यंत बेंझीनचं कोडं केक्युलेला सतावत होतं. ज्याअर्थी बेंझीनच्या अणूमधील हायड्रोजनचे सहा अणू कार्बनच्या सहाअणूंचे पूर्ण संतुलन करू शकतात त्याअर्थी हेक्झीनच्या अणूमधील हैड्रोजनचे १२ अणू (संख्येने एवढे जास्त असूनसुद्धा) कार्बनच्या सहा अणूंचे पूर्ण संतुलन का करू शकत नाहीत हे काही केल्या केक्युलेच्या लक्षातच येत नव्हते.

असे सुटले कोडे

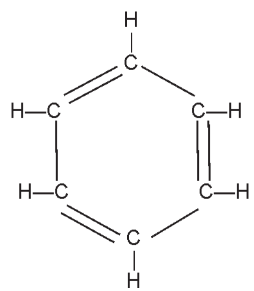
याबद्दलची हकीकत ते स्वत:च सांगतात, ती अशी. सन १८६५ मध्ये एक दिवस ते बेल्जिअममधील एका शहरात एके ठिकाणी जाण्यासाठी सार्वजनिक घोडागाडीमध्ये बसले होते. त्यावेळी ते खूप दमलेले होते. धिम्या गतीने पळणाऱ्या घोड्याच्या टापांच्या मंद आणि लयदार आवाजाने ते निद्रेच्या आधीन झाले.

झोपेमध्ये त्यांना एक स्वप्न पडले. स्वप्नातही त्यांना अणूच दिसू लागले. एक अणू दुसऱ्या अणूला जोडला जात होता. अणूंच्या साखळ्या बनत होत्या. आणि त्या साखळ्या फिरत होत्या. (त्यांना असे जगावेगळे स्वप्न का पडणार नाही? अहो, मनी वसे ते स्वप्नी दिसे! सारा दिवस त्यांच्या डोक्याला फक्त तोच खुराक होता)

साखळ्या फिरत असताना त्यातील एक साखळी अशी फिरली की त्या साखळीची दोन्ही टोके एकमेकांना जोडली गेली. अंगठीसारखा आकार दिसू लागला. त्याबरोबर एका झटक्यात त्यांना जाग आली.

तेव्हा नक्कीच ते ‘युरेका! युरेका!!’ असे ओरडले असतील. कारण आता त्यांना समस्येची उकल सापडली होती. बेंझीनच्या ६ कार्बन अणूंची नुसती साखळी बनत नाही, तर त्याचे वलय बनते हीच ती उकल होय. म्हणून बेंझिनच्या अणूचे रासायनिक सूत्र संरचनात्मक पद्धतीने मांडताना षट्कोणाची आकृती वापरतात.

या मांडणीतही तीन दुहेरी बंध आहेत. त्यावरून आपल्याला असे वाटेल की बेंझीन खूप सक्रिय असेल पण या मांडणीत एक वैशिष्ट्य आहे. मांडणीची साखळी पद्धत आणि षटकोणाकृतीची पद्धत या दोन भिन्न पद्धती आहेत. त्यामुळे त्यांची बरोबरी करता येत नाही. साखळी पद्धतीत दुहेरी बंध आल्याने ते संयुग खूप सक्रिय (क्रियाशील) बनते. षटकोणाकृती पद्धतीत दुहेरी बंध आल्याने ते संयुग खूप सक्रिय बनण्याची गरज नसते. नंतर अनेक रसायनशास्त्रज्ञांनी हे तत्त्व अनेक संयुगासाठी वापरून पाहिले. कोठे काही विरोधाभास सापडतो का, हे त्यांना पाहायचे होते.

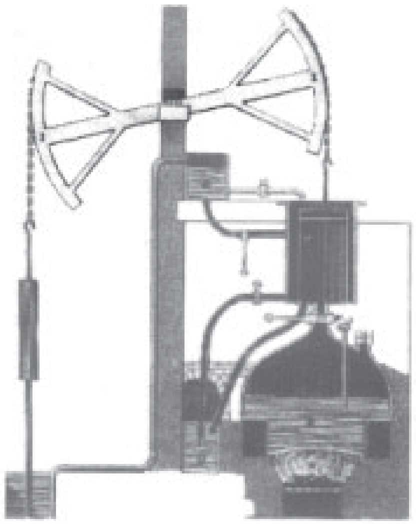


बेंझिनच्या अणूची संरचना

कोठेच काही विरोधाभास सापडला नाही. ही योजना अगदी उत्तम रीतीने वापरता येत होती. त्यानंतर असे लक्षात आले की कार्बनिक संयुगांचे वर्गीकरण दोन गटात करता येईल. ॲरोमॅटिक आणि ॲलिफॅटिक. ॲरोमॅटिक गटात बेंझीनप्रमाणे षटकोणाकृती वापरून सूत्र लिहिलेली संयुगे येतात तर ॲलिफॅटिक गटातील संयुगांची सूत्रे साखळी पद्धतीने लिहिता येतात. दोन्ही गटातील भिन्नतेप्रमाणे कार्बनी संयुगांना वेगवेगळा दर्जा देण्यात आला. केक्युलेची ही पद्धत पुढे अत्यंत उपयुक्त ठरली.

यानंतर पुढे जवळजवळ सत्तर वर्षेपर्यंत केक्युलेचा दृष्टिकोन प्रचलित रासायनिक तंत्राच्या क्षेत्रात अतिशय यशस्वीपणे रुळला होता. सन १९३२ मध्ये लाइनस् पॉलिंगने कणपुंज तंत्रज्ञानाच्या (क्वांटम यांत्रिकी) आधारे बेंझीनचे वैशिष्ट्य स्पष्ट केले. त्यामुळे पूर्वीच्या सिद्धांताला पुष्टी मिळाली.

दुसऱ्या काही बाबतीत असं घडलंय् का? होय. नक्कीच. अजूनही ‘युरेका! युरेका!!’ आहेच.



हे वाफेचे इंजिन दुरुस्त करताना जेम्स वॅटने अत्यंत महत्त्वाचा शोध लावला.

युरेका युरेका !

सन १७६४ मध्ये जेम्स वॉट हे स्कॉटीश इंजिनियर ग्लासगो विद्यापीठात उपकरण निर्मितीविषयी संशोधन करीत होते. विद्यापीठाने त्याचवेळी त्यांच्याकडे न्यूकोमेनच्या वाफेच्या इंजिनाच्या दुरुस्तीचे काम सोपवले. काहीही अडचण न येता ते मॉडेल दुरुस्त झाले. ते जरी व्यवस्थित दुरुस्त झाले होते, तरी ते पूर्ण क्षमतेने काम देऊ शकत नव्हते आणि ते चालवण्यासाठी इंधनाचा खूप अपव्यय होत होता.

‘कमी इंधनखर्चात इंजिन जास्त कार्यक्षम होईल का?’

या समस्येवर सतत विचार करूनही त्यांना उत्तर सापडले नाही. मात्र एका रविवारी संध्याकाळी अगदी शांत चित्ताने ते रमत गमत फिरत असताना त्यांना समस्येचे उत्तर सापडले. वॉटसाहेब दोन टाक्यांचा मौल्यवान विचार मनात घेऊन घरी परतले. एक टाकी फक्त वाफेकरिता राहू द्यायची, दुसऱ्या टाकीत फक्त थंड पाणीच राहू द्यायचे. म्हणजे एकच टाकी पुन्हा पुन्हा गरम गार करत राहिल्याने होणारा इंधनाचा जादा अपव्यय टळेल.

अशा घटना वारंवार होत रहातात. परंतु ऐच्छिक विचारसरणीचा वैज्ञानिकांवर इतका पगडा बसलेला असतो की अनैच्छिक विचारसरणीवर विश्वास ठेवायला ते मुळीच तयार नसतात. ते त्यांना थोतांड वाटते. संशोधनाच्या अंतिम पायरीपर्यंत पोहोचण्याच्या कामात ते अनैच्छिक विचारसरणीला सतत दडपून ठेवत असतात ही किती लज्जास्पद गोष्ट आहे.

मला मात्र ‘युरेका! युरेका!! झिंदाबाद’ असेच म्हणावेसे वाटते.

द एज ऑफ टुमॉरो या पुस्तकातील एका लेखाचा हा काही भाग स्रोत - नोव्हे. २००५ मधून साभार

लेखक - **आयझॅक असिमोव,**
सुप्रसिद्ध विज्ञान लेखक, कथाकार
हिंदी अनुवाद - **सुशील जोशी,** एकलव्य, भोपाळ या संस्थेमध्ये कार्यरत.
अनुवाद : **गो.ल. लोंढे, निवृत्त प्राचार्य.**

करूया प्रयोग

लेखक : विवेक मॉंतेरो ● **अनुवाद :** यशश्री पुणेकर

तुम्ही आत्तापर्यंतच्या लेखांकात सांगितलेल्या गोष्टी केल्या असतील तर आता विश्वाचं मोजमाप घ्यायला तुम्ही तयार झाला आहात असं समजा. या शास्त्रीय कृतीसाठी काय काय लागेल ?

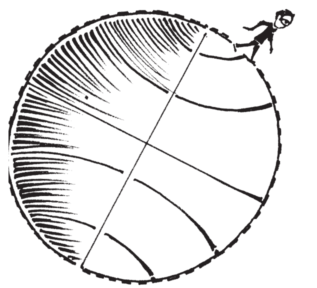
साहित्य - एक प्लास्टिकचा चेंडू, छोटा आरसा, दोऱ्या, दगड आणि एक जाड पुठ्ठा.

पूर्वीच्या अंकात दिल्याप्रमाणे - प्लास्टिक चेंडूचा एक स्टॅन्ड आपण याआधीच बनवला आहे. या वाळूभरल्या चेंडूवर आरसा ठेवून सौरदुर्बिणही बनवली आहे. दोरी, दगड आणि पुठ्ठा घेऊन अँगल डँगल मीटर करुन आकाशातल्या स्थिर गोष्टींचा कोन मोजायला आपण शिकलोच आहोत. चेंडूच्या स्टॅन्डवर अँगल डँगल मीटर ठेवला की हात मोकळे राहतात.

सुरूवातीला आपण पृथ्वीची त्रिज्या मोजू या. याच्या अनेक पद्धती आहेत पण इथं आपण एक साधी सोपी पद्धत पाहू. धुव्र ताऱ्याचा क्षितीजाशी कोन मोजून तुमच्या ठिकाणाचे अक्षांश काढा. सिमल्याला हा कोन ३१° आहे. म्हणजे सिमला ३१° उत्तर अक्षाशांवर आहे, दिल्ली २९° उत्तर अक्षांशावर आहे. तर मुंबई १९° उत्तर अक्षाशांवर आहे. म्हणजे दिल्ली आणि मुंबईच्या अक्षांशामध्ये दहा अंशाचा फरक आहे.

आपल्याला रेल्वे तिकिटावरून लक्षात येईल की मुंबई सेन्ट्रल पासून नवी दिल्ली १३८४ किलोमीटरवर आहे. पण रेल्वेचा मार्ग काही दोरीसारखा सरळ नाही आणि मुंबई दिल्लीपासून खाली थोडी पश्चिमेला आहे. मग आपण असं समजू की २९° उत्तर अक्षांश आणि १९° उत्तर अक्षांश यांच्यातल अंतर १३८४ कि.मी. पेक्षा कमी आहे. ते साधारण मुंबई-दिल्ली अंतराच्या पाऊणपट (३/४ असेल). म्हणजेच अंदाजे १०५० कि.मी. असेल. असाच अंदाज काढण्यासाठी असं मानता येईल की, जेव्हा आपण उत्तरेकडून दक्षिणेकडे साधारण १०५० कि.मी. जातो तेव्हा १०° अक्षांश आपण ओलांडलेले असतात.

जर आपण उत्तर धुव्रापासून दक्षिण धुव्रापर्यंत गेलो आणि तिथून परत उत्तर धुव्रापर्यंत गेलो. किंवा एखाद्या ठिकाणाहून निघून पृथ्वी प्रदक्षिणा करुन पुन्हा सुरुवातीच्या ठिकाणी गेलो तर आपण ३६० अक्षांशातून गेलो. म्हणजेच ३६ वेळेला १०० अक्षांश आपण ओलांडले. वरती आपण पाहिलेच आहे की १०० अक्षांश म्हणजे साधारण १०५० किमी. म्हणजे पृथ्वीचा परीघ १०५० x ३६ इतका असणार. हा परीघ ३८,००० किमीच्या आसपास इतका होतो. अंदाजे ४०,००० कि.मी. घेऊ. आता त्रिज्या काढणे सोपे आहे. कारण



त्रिज्या = परिघ ÷ २ × $\frac{२२}{७}$

म्हणजेच ४०,००० भागिले ४४ गुणिले ७. याचं उत्तर साधारण ६४०० किमी येते.

समजा आपल्याला मुंबई ते दिल्ली अंतर माहीत नसेल तरी आपण पृथ्वीची त्रिज्या मोजू शकू का ? हो, नक्कीच.

भारताच्या पश्चिम किनाऱ्यावर, स्वच्छ निरभ्र आकाश असताना, सूर्यास्ताच्या वेळी हा प्रयोग करता येईल. हा प्रयोग कसा करायचा ते www.sunderstanding.org या वेबसाईटवर पाहता येईल किंवा माझ्या "measuring the universe with a string and a stone'. या पुस्तकात वाचता येईल.

तुम्हाला असं वाटेल इतका खटाटोप करण्यापेक्षा पृथ्वीची त्रिज्या कुठल्यातरी नकाशातून किंवा पुस्तकातून घेता येईल. पण तुम्हीच सांगा सुट्टीत आपण सहलीला का जातो ? त्या ठिकाणची माहिती आपण पुस्तकातून, नकाशातून घेऊ शकतो. पण आपण प्रवासाला जातो कारण आपल्याला ते आवडतं. मग प्रयोगही स्वतः करून किती मजा येते ते पहा. शास्त्रज्ञांच्या पावलावर पाऊल टाकत जाण्याचं समाधान तुम्हाला मिळेल.

सर्वात प्रथम पृथ्वीची त्रिज्या कोणी मोजली होती माहिती आहे ? सर्वांना वाटतं थोर ग्रीक शास्त्रज्ञ ऑरेस्थोनीस यांनी. पण त्यांच्या २०० वर्ष आधी ॲनाक्सीगोरस नावाच्या व्यक्तीने पृथ्वीची त्रिज्या मोजली होती. पण त्यांना वाटलं की हे सूर्याचं पृथ्वीपासूनचं अंतर आहे. अशी गंमतशीर चूक त्यांनी कशी केली याबद्दल वाचू या पुढच्या लेखात.

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

अनुवाद : **यशश्री पुणेकर**

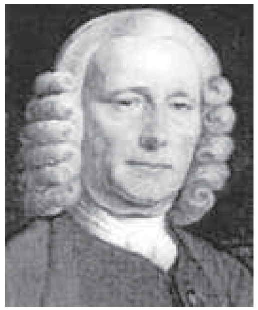
आनंद

रेखांशाचे कोडे
भाग - २
जॉन हॅरीसनची घड्याळे

लेखक : शेखर आचार्य

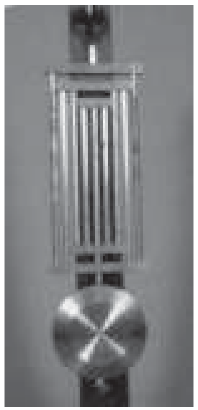
जॉन हॅरीसनचा जन्म १६९३ मध्ये इंग्लंडच्या यॉर्कशायर काउंटीमध्ये झाला. त्याने वडिलांकडून सुतारकाम शिकून घेतले. शाळा व कॉलेजमध्ये जाऊ शकला नाही, पण तो बॅरो अपॉन हंबर या खेडेगावातील आपल्या घरातच लिहायला आणि वाचायला शिकला. नंतर पुस्तके वाचून त्याने शास्त्रांमध्ये प्राविण्य मिळवले. त्या पुस्तकांमध्ये न्यूटनचे प्रिन्सिपिया पण होते. त्याला रेखांशाच्या कोड्याची माहिती कधी व कशी मिळाली ते माहीत नाही, पण हंबर नदीवर मालवाहतूक करणाऱ्या खलाशांकडून वा व्यापाऱ्यांकडून मिळाली असेल असा अंदाज बांधता येईल. ब्रिटीश सरकारने बक्षिस जाहीर करायच्या आधीपासून विज्ञानात रस घेणाऱ्या सगळ्या लोकांना रेखांशाचे कोडे माहीत होते. तसेच अचूक वेळ मोजणारे उत्तम घड्याळ वापरून रेखांशाचे कोडे सोडवता येईल हेही हॉयगेन्स प्रमाणे जॉन हॅरीसनला माहीत असेल.

वयाच्या विसाव्या वर्षी त्याने पहिले लंबकावर चालणारे घड्याळ तयार केले. ते घड्याळ बरेचसे लाकडाचे होते. अजूनही हे घड्याळ लंडनच्या गिल्डहॉल येथील वस्तुसंग्रहालयात बघायला मिळते. त्याने आणखी दोन घड्याळे नंतरच्या ३ वर्षात बनवली. या कौशल्यामुळे त्याला ब्राकल्सबाय पार्क गावात मोठे मनोऱ्यावरचे घड्याळ करायचे काम मिळाले. ते घड्याळ त्याने १७२२ मध्ये पूर्ण केले. अजूनही ते घड्याळ त्या गावात चालू स्थितीत बघायला मिळते. या घड्याळाचे वैशिष्ट्य म्हणजे त्याला वंगण (Lubricant) लागत नाही. जिथे वंगणाची जरुर असते अशा ठिकाणी स्टील किंवा ब्रास हे धातू वापरण्यापेक्षा त्याने लिग्नम



व्हाईटे या झाडाचे लाकूड वापरले. या लाकडात नैसर्गिकपणे वंगणाचे तेल असते. त्यामुळे वंगण घालण्यासाठी असे घड्याळ थांबवावे लागत नाही. हे वंगणरहित घड्याळ वर्षानुवर्षे न थांबता चालू शकते. जॉन हॅरीसनने नंतर केलेल्या घड्याळांमध्ये हे वैशिष्ट्य नेहमीच दिसले आहे. वंगण न घालण्याचा आणखी एक फायदा म्हणजे थंडीने वंगण गोठायचा प्रश्न नाही व उन्हाळ्यामध्ये वंगण पातळ व्हायचा प्रश्न नाही. समुद्रावरच्या थंड किंवा उष्ण वातावरणाचा अशा घड्याळांवर परिणाम होणार नाही. अर्थात सुतारकाम व लाकूड यातील सखोल कौशल्यामुळे हे त्याला शक्य झाले असणार.

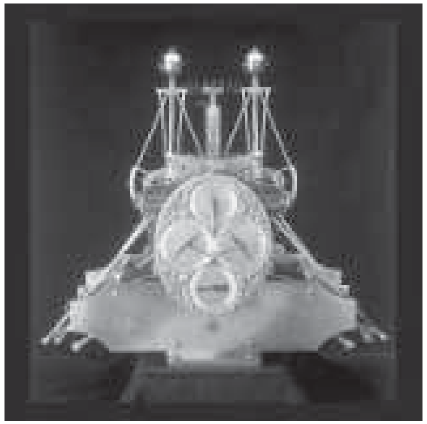
सन १७२५ आणि १७२७ मध्ये जॉन व त्याचा धाकटा भाऊ जेम्स हॅरीसन या दोघांनी आणखी दोन लंबकाची मोठी घड्याळे बनवली. ही घड्याळे वंगण-रहित बनवण्यासाठी त्यांनी लाकडी दांतेरी चक्रांचा वापर केला. सगळ्यात महत्त्वाचे म्हणजे लंबकाची लांबी हिवाळ्यात व उन्हाळ्यात कायम राहण्यासाठी त्याने ग्रीडआयर्न लंबकाचा शोध लावला. थंडीने धातू आक्रसतो किंवा उष्णतेने तो प्रसरण पावतो. पण जॉन हॅरीसनने एक ओळखले की स्टील व ब्रास हे धातू वेगवेगळ्या प्रमाणात आक्रसतात किंवा प्रसरण पावतात. दोन्ही धातू त्याने विशिष्ट प्रकारे जोडून असा लंबक केला की एका धातूचे प्रसरण वा आकुंचन दुसरा धातू बाद करेल. त्यामुळे हिवाळ्यात व उन्हाळ्यात लंबकाची लांबी आणि त्यामुळे आंदोलनाची गती कायम राहील. तसेच लंबकाच्या आंदोलनाने दातेरी चक्रांचे नियमन (control) होते. ते नीट होण्यासाठी त्याने विशिष्ट यंत्रणेचा शोध लावला. पुन्हा वैशिष्ट्य असे की या प्रकाराला वंगण लागत नाही व घर्षणाचा त्रास कमी.


ग्रीडआयर्न लंबक

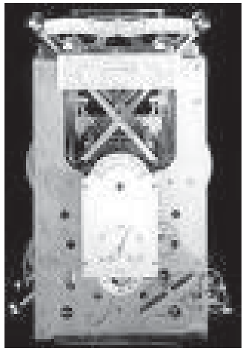
आता ही घड्याळे अचूक वेळ मोजतात की नाही हे कसे बघणार? त्या काळात चांगली घड्याळेसुद्धा दिवसाला काही मिनीटे मागेपुढे सहज जायची. पण हॅरीसनचा प्रयत्न होता की ही घड्याळे अगदी अचूक म्हणजे दिवसाला नाही महिन्याला फार फार तर एखादा सेकंद पुढे वा मागे जातील. मग या घड्याळांची अचूकता बघायला आकाशातलेच घड्याळ पाहिजे. तो त्याच्या घराच्या खिडकीतून ताऱ्यांचे निरीक्षण करायचा. खिडकीवरची विशिष्ट रेषा व शेजाऱ्याच्या घराचे धुराडे यांच्या अनुरोधाने ताऱ्याचे दिसेनासे होणे त्यावरून तो वेळ ठरवायचा. समजा एखादा तारा त्या विशिष्ट ठिकाणी रात्री १२ वाजून ५ मिनीटांनी दिसला. तर तोच तारा दुसऱ्या दिवशी रात्री बरोबर ३ मिनीटे ५६ सेकंद आधी म्हणजे १२ वाजून १ मिनीट व ४ सेकंदाने त्याच ठिकाणी दिसला पाहिजे. अशी निरीक्षणे करून त्याने त्याच्या घड्याळांची अचूकता ठरवली, वाढवली आणि सिद्ध केली.

सन १७२७च्या सुमारास त्याच्या लक्षात आले की रेखांशाचे कोडे सोडवायला त्याच्या अचूक घड्याळाचा वापर करता येईल. पण समुद्रावर सतत हेलकावणाऱ्या जहाजावर हे लंबक उपयोगी नाहीत हेही त्याच्या लक्षात आले. मग नंतर ३ वर्षे समुद्रावर वापरता येईल अशा सागरी घड्याळाच्या यंत्रणेवर तो संशोधन करत राहिला. मनासारखी यंत्रणा जमल्यावर रेखांशाच्या मंडळासमोर ती कल्पना मांडण्यासाठी दोनशे मैलांचा प्रवास करून तो लंडनला गेला. या मंडळाचे सभासद क्वचितच एकत्र भेटायचे. ते सभासद एकएकटेपणे लोकांच्या कल्पनांची कागदपत्रे बघून 'निकाल' लावून टाकायचे. जॉन हॅरीसनसारख्या कमी शिकलेल्या खेड्यातल्या माणसाची डाळ शिजणे तसे अवघडच होते. तो प्रथम रेखांश मंडळाचा सदस्य सर एडमंड हॅले (याच हॅलेचा धूमकेतू प्रसिद्ध आहे) या ज्येष्ठ खगोलशास्त्रज्ञाला ग्रीनीच निरीक्षण केंद्रात भेटला. हॅलेने हॅरीसनचे म्हणणे शांतपणे ऐकून घेतले. हॅरीसनने बरोबर आणलेल्या नवीन घड्याळाच्या आकृत्या दाखवल्या. हॅलेला या कल्पनेत बरेच तथ्य वाटले व म्हणून त्याने हॅरीसनला जॉर्ज ग्रॅहॅम या प्रसिद्ध घड्याळ तज्ज्ञाला भेटायला सांगितले. हॅरीसनला काळजी वाटत होती की ग्रॅहॅम त्याची कल्पना चोरेल. पण त्याला दुसरा काही मार्ग नव्हता. आधी ग्रॅहॅमचे या खेड्यातल्या माणसाबद्दल चांगले मत झाले नाही. पण हॅरीसनच्या ग्रीडआयर्न लंबकाची चित्रे बघून तो खरंच प्रभावित झाला. मग त्याने हॅरीसनची सगळी कल्पना नीट समजावून घेतली व त्याला सागरी घड्याळ बनवायला प्रोत्साहन दिले. हॅरीसन स्वत:च्या गावी परत जायला निघाला तेव्हा ग्रॅहॅमने त्याला बिनव्याजी कर्जाऊ पैसेसुद्धा दिले. ग्रॅहॅमच्या पाठिंब्यामुळे इतर मदत मिळवायला हॅरीसनला त्रास झाला नाही.

नवीन सागरी घड्याळाला तब्बल पाच वर्षे लागली. त्याने केलेल्या


H-1

घड्याळांमधील हे पहिले घड्याळ H-1 या नावाने ओळखले जाते व अजूनही ग्रीनीचच्या म्युझिअम मध्ये चालू स्थितीत दिसते. हे घड्याळ ४ फूट उंच, ४ फूट लांब व ४ फूट रुंद अशा कपाटात ठेवले असून त्याचे वजन ७५ पौंड (३४ किलो) आहे. याच्या दर्शनी भागावर चार तबकड्या असून सेकंद, मिनीटे, तास व महिन्याचा दिवस दाखवायची सोय आहे. हॅरीसनने त्या घड्याळाची आधी हंबर नदीवरच्या बोटीवर चाचणी घेतली. नंतर ते घड्याळ ग्रॅहॅमला दाखवले. तो या अतिशय अचूक चालणाऱ्या घड्याळावर फारच खूष झाला. ब्रिटीश नौदलाने दीड दोन वर्षे चालढकल केल्यावर मे १७२६ मध्ये समुद्रावरच्या चाचणीसाठी हॅरीसनला सेंच्युरीऑन या जहाजावर लिस्बनला पाठवले. परत येताना अचूक रेखांश सांगून हॅरीसनने कॅप्टनची शाबासकी मिळवली. जून १७२७ मध्ये रेखांश मंडळाच्या पहिल्यावहिल्या सभेत हॅरीसनने त्याचे सागरी घड्याळ H-1 सादर केले. मंडळातले सगळे सभासद हॅरीसनवर खूष होते. आता पुढची खरी चाचणी म्हणजे वेस्ट इंडीजची दोन महिन्याची सफर करून तेथील रेखांश अचूक सांगणे. पण काटेकोर स्वभावाच्या (perfectionist) हॅरीसनला ते घड्याळ थोडे अपूर्ण वाटत होते. समुद्रावरच्या प्रत्यक्ष चाचणीनंतर जाणवलेल्या त्रुटी त्याने सांगितल्या. तो म्हणाला की अजून दोन वर्षे-तरी या घड्याळाची अचूकता वाढवायला लागतील. मग मंडळाने त्याला ५०० पौंड मदत देऊन आणखी उत्कृष्ट घड्याळ तयार करायला सांगितले.



H-2

नंतर साडे तीन वर्षे प्रयत्न करून हॅरीसनने H-2 हे दुसरे घड्याळ केले. या घड्याळने जरी समुद्रावरचा प्रवास केला नसला तरी सगळ्या चाचण्या व्यवस्थित पार पाडल्या. तरीसुद्धा हॅरीसनला हे घड्याळ अपुरे वाटले, म्हणून त्याने कठोरपणे ते घड्याळ बाजूला ठेवले व H-3 हे तिसरे घड्याळ करायला घेतले. या H-3 घड्याळावरती एक नाही, दोन नाही, तब्बल वीस वर्षे घालवली. हे घड्याळ करताना घर्षण कमी करण्यासाठी त्याने बॉल बेअरींगचा शोध लावला. पण इतकी वर्षे घालवल्यावर त्याला वाटले की हेही घड्याळ समुद्रावर जायला अयोग्य आहे. H-1 पेक्षा हे घड्याळ वजनाने हलके होते आणि आकाराने पण लहान होते.

जहाजाच्या कॅप्टनच्या खोलीत ठेवता येईल असे घड्याळ त्याला करायचे होते. म्हणून इतकी वर्षे तो लंबक असलेली भिंतीवर लावायची मोठी घड्याळे (wall clock) करत होता. पण समुद्रावर न्यायला लंबक नसलेली खिशात ठेवायची छोटी घड्याळे (pocket watch) जास्त सोयीस्कर होतील हे त्याच्या लक्षात आले. मग त्याने १७५७ मध्ये जॉन जेफ्रीज या प्रसिद्ध घड्याळजीला सांगून एक छोटे खिशात ठेवायचे घड्याळ स्वत:साठी करून घेतले व तो स्वत: H-4 या छोट्या घड्याळावर काम करू लागला. दरम्यान ग्रॅहॅमने हॅरीसनकडून H-1 घड्याळ उसने मागून घेतले व प्रदर्शनात मांडून ठेवले. ते अभूतपूर्व घड्याळ बघायला ठिकठिकाणाहून बरेच लोक येत असत.

परंतु दरम्यानच्या काळात लंडनच्या रेखांश मंडळात बरेच बदल झाले होते. हॅरीसनला प्रोत्साहन देणाऱ्या हॅलेच्या जागी ब्रॅडली हा खगोल शास्त्रज्ञ आला. त्याला खात्री होती की अचूक घड्याळाने हा प्रश्न सुटणार नाही, तर रेखांशाचे कोडे खगोल शास्त्राच्या अभ्यासानेच सुटेल. रेखांशाचे कोडे आणि त्याचे बक्षिस जाहीर करायच्या आधी सर आयझॅक न्यूटननीसुद्धा हेच मत व्यक्त केले होते.

आता गोष्टीमध्ये नायकाबरोबर खलनायकसुद्धा हवाच. आणि २०,००० पौंडाचे मोठे बक्षिस लावल्यावर तर बरेच प्रतिस्पर्धी असणार. नेवील मास्कलाईन हा असाच एक मोठा प्रतिस्पर्धी होता. ब्रॅडलीच्या जागी मास्कलाईनची नेमणूक खगोल शास्त्रज्ञ म्हणून झाली व हॅरीसनचे काम आणखी कठीण झाले. या उच्च दर्जाच्या खगोल शास्त्रज्ञाने खूप मेहनत घेऊन चंद्र व सूर्य यांच्यातील अंतराचे (कोनाचे) तक्ते केले. जहाजातील कॅप्टनने कोणत्याही ठिकाणी हे अंतर मोजले व क्लिष्ट आकडेमोड केली की त्याला त्या ठिकाणाचे रेखांश काढता येतील अशी कल्पना. फक्त अडचण एवढीच की हे सगळे करायला चार तास सहज लागत. दरम्यान जहाजाचा प्रवास चालूच असे. एवढी अवघड पद्धती (Lunar Distance Method) शोधून काढणाऱ्या शास्त्रज्ञांचा घड्याळ वापरून चट्कन व सहजपणे रेखांश काढण्याच्या हॅरीसनच्या पद्धतीवर विश्वास बसणे कठीण होते.

H-3

आता हॅरीसन त्याच्या H-4 या चौथ्या घड्याळावर काम करत होता. त्याने हे घड्याळ छोटेच (pocket watch) पण परिपूर्ण बनवले. घर्षणाचा प्रश्न सोडवण्यासाठी त्याने छोटे हिरे वापरले. अत्यंत कठीण असा हिरा घर्षणाने घासून घासून झिजत नाही व घड्याळात दीर्घकाळ काम देतो. हे घड्याळ त्याने रेखांश मंडळाला १७६० मध्ये सादर केले. पण त्या आधी

H-4

१७५९ मध्ये सुरू झालेल्या इंग्लंड, फ्रान्स, व रशिया यांच्यातील युद्धामुळे वेस्ट इंडीजला जाणे अडचणीचे झाले. तरीसुद्धा नोव्हेंबर १७६१ मध्ये जमैका या वेस्ट इंडीजच्या बेटावर जायचे ठरले. ६८ वर्षांच्या जॉन हॅरीसनला हा प्रवास झेपला नसता म्हणून त्याचा मुलगा विल्यम हॅरीसन ते H-4 घड्याळ घेऊन जमैकाला जायला डेप्टफोर्ड जहाजातून निघाला. दोन महिन्याच्या या प्रवासात ते घड्याळ एका सुरक्षित खोक्यात बंदिस्त करून ठेवले जाई. त्याला दररोज किल्ली द्यायला लागत असे.

रेखांशाची अचूकता खगोल शास्त्रीय पद्धतीने तपासण्यासाठी त्यांचा प्रतिस्पर्धी मास्कलाईन आधीच तिकडे पोचला होता. विल्यम हॅरीसनला हे कळल्यावर त्याने जोरदार आक्षेप घेतला, तरी पण त्याला त्या चाचणीत भाग घ्यावाच लागला. २६ जानेवारी १७६२ या दिवशी बरोबर दुपारी १२ वाजता हे घड्याळ उघडून त्यात लंडनला त्या क्षणी किती वाजलेत ते बघितले आणि त्याला लगेचच जमैकाचे रेखांश अचूकपणे सांगता आले. खरे म्हणजे तेव्हाच पिता पुत्र हॅरीसनने रेखांशाचे कोडे सोडवल्याचे सिद्ध केले. पण मास्कलाईनची महत्वाकांक्षा मध्ये आली.

नंतर १७६४ च्या मे महिन्यात आणखी एक चाचणी घेण्यासाठी विल्यम हॅरीसन आणि H-4 घड्याळ टार्टार जहाजातून वेस्ट इंडीजच्या बारबेडॉस या बेटावर पोचले. ही चाचणी पण उत्तम पार पडली. रेखांश मंडळाने खूप चालढकल करून शेवटी कबूल केले की हे घड्याळ आणि ही पद्धती रेखांश शोधायला योग्य आहे. पण रेखांश मंडळाने इतर जास्तीच्या व काही अपमानास्पद अटी घातल्या आणि बक्षिसाचे सगळे पैसे द्यायला टाळाटाळ सुरू केली. मास्कलाईनने आणखी चाचण्या करण्यासाठी ती चारही घड्याळे स्वत:च्या ताब्यात घेतली व घड्याळांची विशेष काळजी न घेता कशाही चाचण्या घेत राहिला. त्याच बरोबर स्वत:च्या खगोल शास्त्रीय पद्धतीला प्रसिद्धी देऊन बक्षिसाची अपेक्षा करत राहीला.

शेवटी जानेवारी १७७२ मध्ये जॉन हॅरीसनने त्याच्यावरती होणाऱ्या अन्यायाबद्दल इंग्लंडचा राजा तिसरा जॉर्ज याला पत्र लिहिले. राजाने हॅरीसनची दीर्घ मुलाखत घेतली आणि न्याय मिळवून देण्याचे आश्वासन दिले. त्यासुमारास हॅरीसनने H-4 सारखेच H-5 हे नवीन घड्याळ केले होते. राजाने एका खाजगी विश्वासू शास्त्रज्ञाकडून त्या H-5 घड्याळाच्या चाचण्या करवल्या. नंतर हॅरीसनमार्फत इंग्लंडच्या पंतप्रधानाला व संसदेला अर्ज करून घेतला व जून १७७३ मध्ये बक्षिसाचे उरलेले पैसे देववले. थॉमस जेफरसनने अमेरिकन स्वातंत्र्याच्या जाहीरनाम्यात यकाच राजाने केलेल्या

H-5

अन्यायाचा पाढा वाचला होता, त्याच राजाने हॅरीसनला न्याय मिळवून दिला. त्यानंतर काही वर्षांत मार्च १७७६ मध्ये जॉन हॅरीसन मरण पावला. अशा अचूक चालणाऱ्या घड्याळांना क्रोनोमीटर म्हणतात. हॅरीसनच्या नंतर मज, केंडल, आरनॉल्ड वगैरे लोकांनी अशी क्रोनोमीटर्स करण्यात यश मिळवले. सुरुवातीला ही घड्याळे खूप महाग होती. पण आरनॉल्डने मोठ्या संख्येने अशी घड्याळे तयार केल्यावर अर्थातच त्यांच्या किंमती कमी झाल्या. नंतर ब्रिटीश नौदलाने सर्वच जहाजांवर ही घड्याळे वापरायला दिली. काही जहाजांवर तर बरीच घड्याळे असायची. १८३१ मध्ये निघालेल्या चार्ल्स डार्विनच्या बीगल जहाजावर अशी २२ घड्याळे होती. ही घड्याळे एकमेकांवर लक्ष ठेऊन काटेकोरपणे (Precision) रेखांश ठरवायचे काम करत असत. तसेच इप्सित स्थळी पोचल्यावर खगोल शास्त्राचे अभ्यासक मास्कलाईनच्या खगोलशास्त्रीय पद्धतीने त्या घड्याळांतील वेळा व रेखांश तपासून बघत असत.

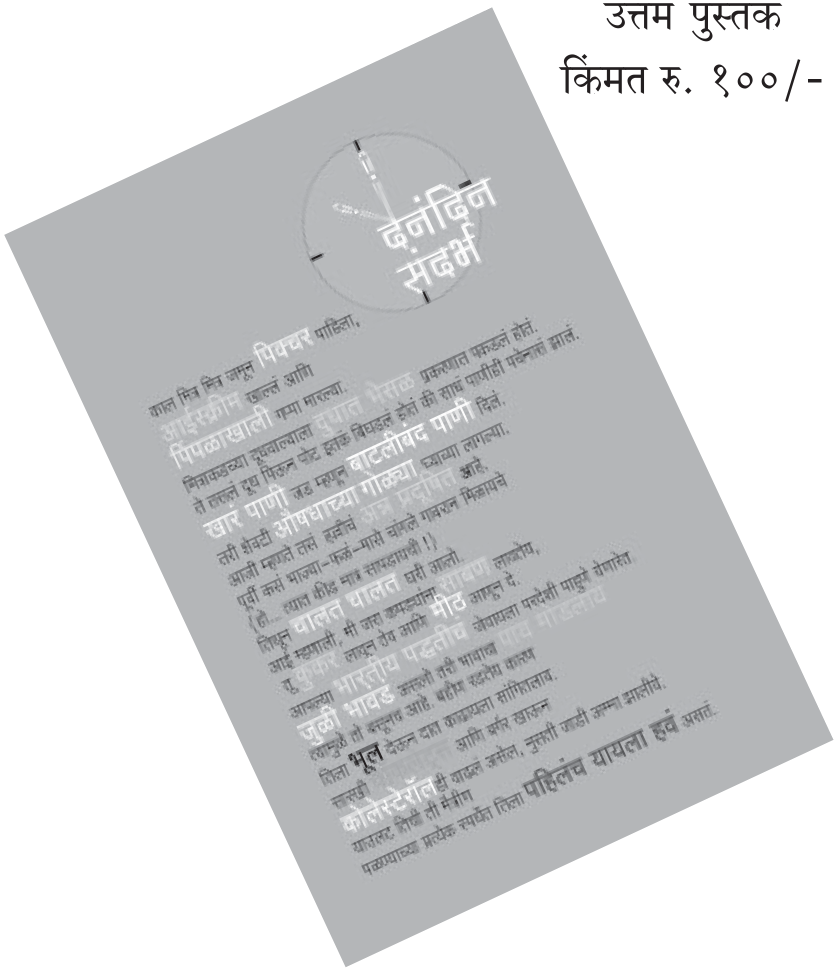
शून्य अंश अक्षांश म्हणजेच विषुववृत्त पृथ्वीच्या स्वत: भोवती फिरण्यामुळे निश्चित ठरवता येते. पण रेखांश हे पूर्णपणे सापेक्ष (Relative) आहे. म्हणजे आपल्या ठिकाणाचे रेखांश दुसऱ्या रेखांशाच्या संदर्भात ठरवावे लागते. प्रवासाची सुरुवात केलेल्या बंदराच्या संदर्भात पूर्वी रेखांश सांगितला जायचा. नंतर जेव्हा मास्कलाईनने खगोल शास्त्रीय पद्धतीचा अभ्यास पूर्ण करून चंद्र व सूर्य यांच्या अंतराचे तक्ते नॉटीकल अल्मॅनॅक मध्ये प्रसिद्ध केले, तेव्हा सर्व दर्यावर्दी लोक त्यांचा उपयोग करून ग्रीनीचच्या रेखांशाला मुख्य धरून त्या त्या ठिकाणाचे अक्षांश व रेखांश सांगू लागले. तसेच नकाशे बनवणारे तज्ज्ञसुद्धा तेच मुख्य रेखांश धरून नकाशे काढू लागले. न ठरवताच ग्रीनीचचे रेखांश हे सर्वत्र मुख्य रेखांश (The Prime Meridian) मानले गेले. या गोष्टीचे श्रेय मास्कलाईनलाच दिले पाहिजे. नंतर १८८४ मध्ये वॉशिंग्टनला झालेल्या इंटरनॅशनल मेरीडियन कॉन्फरन्समध्ये ग्रीनीचचे रेखांश हेच मुख्य रेखांश मानले जावेत यावर शिक्कामोर्तब झाले.

जॉन हॅरीसनने १७१३ ते १७७३ या ६० वर्षांच्या अखंड तपश्चर्येतून रेखांशाचा प्रश्न सोडवला. त्याने केलेल्या सर्व घड्याळांपैकी चार सुप्रसिद्ध घड्याळे H-1, H-2, H-3 व H-4 आजही लंडनच्या नॅशनल मॅरीटाईम म्युझियममध्ये बघायला मिळतात.

लेखक - **शेखर आचार्य,** कॉम्प्युटर इंजिनिअर, रॅले, यु.एस.ए.

नवे पुस्तक पाहिलेत ना ?

आपल्या सुहृदांना
भेट देण्यासाठी
उत्तम पुस्तक
किंमत रु. १००/-



सर रतन टाटा ट्रस्ट यांच्या अनुदानातून हे पुस्तक प्रकाशित केले आहे.

रोजच्या आयुष्यातल्या ठळक गोष्टींमागचं विज्ञान माहीत असायला हवं म्हणून !

जाणा अक्षरांचे गूज

लेखक : किरण बर्वे

दिवाळी संपून सुट्टी ही संपायला आली होती. आम्ही मित्रांनी या दिवाळीत फक्त रोषणाईचेच फटाके उडवून आवाज कमी करण्याचा प्रयत्न केला खरा पण सर्व ‘आम्ही मित्र’ कॉलनीत मोकळे आणि एकत्र असल्यामुळे झालेल्या आवाजानेही काही जणांच्या कानठळ्या बसल्या व काही जणांना पोटशूळ उठला. आज आम्ही मित्र काकांच्या फार्महाऊसवर जमलेत. पण अभय, मधुवंती व आभा वगळून. अगोदर जरा बागेत हुंदडणे व काकांना मदत असा मजेचा आणि विधायक कार्यक्रम ठरला होता पण बिगर मोसमी अवेळी पडलेल्या पावसाने गँगला बंदिस्त केले होते.

पावसाला वैतागून आणि फूल कोरम नसल्याने कंटाळूनच जरा गँग विसावली होती. तोच काका As a Mom, As A MOM असे ओरडायला लागले. सर्वांचे लक्ष वेधून घेतल्यावर काकांनी फळ्यावर सुबक एका खाली एक

```
  AS
+  A
----
 MOM
```

असे लिहिले आणि सवाल केला -शोधा अक्षरांचे गूज ! प्रत्येक अक्षरासाठी एक अंक (० ते ९) व प्रत्येक अंकासाठी एकच अक्षर असेल आणि ही बेरीज अक्षरांच्या जागी ते अंक योजल्यावर, बरोबर येईल अशा पद्धतीने A, S, M, O च्या किंमती शोधा. त्यात काय

A = 4, S = 7. $\begin{array}{r}47\\ 4\\ \hline 51\end{array}$ पण मग MOM मध्ये तीन अक्षरे आहेत म्हणजे हे बरोबर नाही, मग

$\begin{array}{r}87\\ 8\\ \hline 95\end{array}$ तरीही उत्तरात तीन आकडी संख्या आली नाही. म्हणजेच A + S ला हातचा यायला हवा.

कोणत्याही दोन अंकाच्या बेरजेतून जास्तीत जास्त हातचा १च असतो. ९ + ९ = १८. ह्याचाच अर्थ A + 1 = MO आता MO ही दोन आकडी संख्या असायला हवी तर A = 9 असायला हवा, 9 + 1 = 10 M = 1, 0 = 0 ताळा करून बघूया.

$\begin{array}{r}9S\\ +9\\ \hline 101\end{array}$ जर S = 2 असेल तर गणित जुळेल. $\begin{array}{r}92\\ +9\\ \hline 101\end{array}$

एव्हाना काकांनी त्याच्या शेजारी दुसरे कोडे लिहून ठेवले होतं.

$\begin{array}{r}\text{SEND}\\ +\text{MORE}\\ \hline \text{MONE}\end{array}$

मगाच्या गणितातून शहाणे झालेल्या सुहृदने पुढपासून सुरुवात करायची ठरविले. S + M = M + O. S मधे काहीही मिळवले तरी दोन (० -९ मधील) अंकांची बेरीज २० पेक्षा कमीच असणार म्हणजे M = 1 तसेच S = 9 मग O = ०

९	□	□	□
१	०	□	□
१०	□	□	□

आता मात्र वेगवेगळे प्रकार करूनच बघायला लागतील E दोनदा आले आहे. तर प्रयत्न करूया

E = 6 समजा D = 7, तर Y = 3, हातचा आला 1

N + R + 1 = 10 + E किंवा

N + R + 1 = E, N = 2, तर R = 3 पण Y = 3 आहेच मग N + R = 15 म्हणजे 9 + 6, 8 + 7 पण ह्यातीलही अंक अगोदरच झालेले आहेत.

बरं मग E = 5, 5 + D = Y, D = 2, Y = 7 हे जमेलसं वाटतेय का ?

N + R = 5, N + R = 10 + 5 N + R = 5, 3 + 2 = 5, 4 + 1 = 5

ह्यातील अंक अगोदरच झालेले आहेत.

N + R = 15, N + R = 9 + 6 = 8 + 7हेही चालणार नाही. आता काय करूयात ? चला चहा पिऊया. SEND MORE MONEY बोलायला जितके सोपे वाटते तितके खचितच सोपे नाही. सुहृद मात्र चहा पितानाही गणितातच बुडालेला होता.

अचानक त्याने ‘E, 5 च ठेवा, 5च ठेवा’ असे म्हणत हातात धरलेली तोंडापर्यंत नेलेली बशी सोडून दिली. जाजमावर डाग फार उठून दिसत नाहीत म्हणून, लगेच सगळे गोळा झाले. बरं E परत एकदा 5.

5 + D = 10 + Y सुहृदने टोला लगावला. 5 + 8 = 13, 5 + 7 = 12, 5 + 6 = 11 ह्यातील 5 + 6 = 11 नाही कारण झालेला आहे.

5 + 8 = 13, E = 5, D = 8, Y = 3,

N + R + 1 = E, N + R = 4,

1 + 3 = 2 + 2 = N + R नाही

N + R + 1 = 10 + 5 (E), N + R = 14,

N = 8, R = 6 नाही कारण D = 8

“अरे अरे, चहापरी चहा सांडला, आणि गणितही सांडले” सुहृद म्हणाला,

“पण अजून 5 + 7 = 12 बघायचंय ना.”

"E = 5, D = 7, Y = 2, N + R + 1 = 5, N + R + 1 = 15 N = 6, R = 8 वा.वा.वा. जरा पुढे गेला हं. मांडून बघू यात”

$\begin{array}{ccccc} & S & E & N & D\\ & 9 & 5 & 6 & 7\\ & M & O & R & E\\ & 1 & 0 & 8 & 5\\ \hline M & O & N & E & Y\\ 1 & 0 & 6 & 5 & 2\end{array}$

खल्लास ! खल्लास ! खल्लास !

आता मात्र सर्वांनी सुहृदचे अभिनंदन केले.

आणि काकांनी जातीने तीन चार नव्या कूटांचा चारा सर्वांपुढे टाकला.

$\begin{array}{ccccc} & H & E & R & E\\ & + & S & H & E\\ \hline C & O & M & E & S\end{array}$

$\begin{array}{ccccc} C & H & E & C & K\\ & + & T & H & E\\ \hline T & I & R & E & S\end{array}$

$\begin{array}{cccc} & A & N & D\\ & H & A & D\\ & + & N & O\\ \hline S & O & N & S\end{array}$

$\begin{array}{cccccc} & T & H & R & E & E\\ & T & H & R & E & E\\ & & + & T & W & O\\ & & + & T & W & O\\ & & + & O & N & E\\ \hline E & L & E & V & E & N\end{array}$

आम्ही मित्र पुन्हा उत्साहाने कामाला लागले हे सांगायला नकोच.

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

सिलिकॉन युग

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

मनुष्य समाजाच्या विकासात पदार्थांची भूमिका खूप महत्त्वाची आहे. म्हणूनच मानवी विकासाच्या टप्प्यांनाही, त्या त्या टप्प्यातल्या जीवनाचा आधार ठरलेल्या पदार्थांची नावं दिलेली आहेत - उदा. अश्मयुग, ताम्रयुग, इ. याच धर्तीवर आजच्या युगासाठी जर काही नाव द्यायचं असेल, तर इलेक्ट्रॉनिकी पदार्थांचं युग असं म्हणावं लागेल. आज आपल्या आजुबाजूला इतक्या इलेक्ट्रॉनिक वस्तू आहेत, की त्यांच्याशिवाय आयुष्याची आपण कल्पनाच करू शकत नाही. टेलिफोन, रेडिओ, टीव्ही, फ्रीज, वॉशिंग मशीन, संगणक, यासारख्या वस्तूंनी आपली जीवनशैली आमूलाग्र बदलून टाकली आहे.

इलेक्ट्रॉनिक्सच्या संदर्भात सिलिकॉन या पदार्थाचा सगळीकडे उल्लेख होतो. त्यामुळे आजच्या युगासाठी सिलिकॉन युग हा शब्दप्रयोग करायलाही हरकत नाही. कारण संपूर्ण इलेक्ट्रॉनिक्सचा पाया प्रामुख्यानं सिलिकॉनवरच रचलेला आहे. आपल्या आजुबाजूची सर्व निर्जीव सृष्टी ही मुख्यत: सिलिकॉन व सिलिकॉनच्या संयुगांनी बनलेली आहे. सिलिकॉन हा एक अर्धवाहक अधातू आहे.

अर्धवाहक म्हणजे नेमकं काय ?

तांब्यासारखे धातू हे विजेचे सुवाहक असतात. म्हणजेच तांब्याच्या तारेतून विजेच्या प्रवाहाला अतिशय कमी विरोध होतो. त्यामुळे तांब्याच्या तारेतून विजेचा प्रवाह वाहताना फार कमी ऊर्जा वाया जाते. म्हणूनच दूर अंतरापर्यंत विद्युतवहन करण्यासाठी तांब्याच्या तारा वापरतात. याउलट लाकूड विजेचं दुर्वाहक आहे. लाकडाच्या छडीतून विद्युतधारा वाहूच शकत नाही. म्हणूनच जर एखाद्या व्यक्तीला विजेचा धक्का बसत असेल, तर विजेच्या तारेपासून तिला अलग करण्यासाठी लाकडी छडीचा वापर करावा, असा सल्ला दिला जातो. ढोबळ मानानं, अर्धवाहक म्हणजे असे पदार्थ ज्यांची विद्युत वाहकता सुवाहक आणि दुर्वाहक यांच्या मध्ये आहे.

सुवाहक, अर्धवाहक आणि दुर्वाहक यांच्यामधील फरक खरं तर याहीपेक्षा मूलभूत आहे. हा फरक या पदार्थांच्या आण्विक संरचनेत आहे, आणि विजेच्या प्रवाहाचे वहन करण्याच्या पद्धतीतही आहे. याविषयी वाचा, शै. संदर्भमध्ये प्रसिद्ध झालेल्या 'जग इलेक्ट्रॉनिक्सचे'या मालिकेतील लेखांक २ व ३ (अंक ३६ व ३७)

तुम्हाला आश्चर्य वाटेल, पण शुद्ध सिलिकॉन इलेक्ट्रॉनिक्सच्या दृष्टीनं अजिबात उपयोगाचं नाही. सिलिकॉन उपयुक्त बनण्यासाठी त्यात भेसळ व्हावी लागते. शुद्ध सिलिकॉनच्या स्फटिकात सिलिकॉनच्या काही अणूंच्या जागी बोरॉन किंवा फॉस्फरस किंवा असेच काही विशिष्ट अणू बसवले, तर अचानक सिलिकॉनला काही वैशिष्ट्यपूर्ण गुणधर्म प्राप्त होतात. इलेक्ट्रॉनिक्सच्या दृष्टीनं असं भेसळयुक्त सिलिकॉन महत्त्वाचं ठरतं. आपल्या आजुबाजूला दिसणाऱ्या इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये फक्त सिलिकॉन हाच एक अर्धवाहक वापरला जातो, असंही नाही. सिलिकॉनखेरीज इतरही अर्धवाहक पदार्थांचा त्यात वापर केलेला असतो. यामध्ये जर्मेनिअम हे दुसरं एक मूलद्रव्य आहे. त्याचबरोबर गॅलिअम अर्सेनाइड, इंडियम सल्फाइड, अशी काही संयुगंही आहेत. अर्धवाहक पदार्थांपासून इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांचे मूलभूत घटक तयार होतात. द्विप्रस्थ म्हणजे डायोड आणि त्रिप्रस्थ म्हणजे ट्रान्झिस्टर हे ते दोन घटक आहेत.

विद्युत मंडळ व चुंबकीय मंडळ

इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये मुख्यत: दोन प्रकारच्या मंडळांचा वापर केलेला दिसतो. एक म्हणजे विद्युतमंडळे. यामध्ये मुख्यत: ट्रान्झिस्टर, डायोड यासारखे इलेक्ट्रॉनिक घटक आणि रोधक म्हणजे रेझिस्टर, धारित्र म्हणजे कपॅसिटर असे काही विद्युतीय घटक वापरलेले असतात. उपकरणाच्या एका भागाकडून दुसऱ्या भागाकडे विद्युतधारेद्वारा माहिती वाहून नेणं हे या मंडळांचं काम असतं. त्याचबरोबर माहिती साठवून ठेवणं ही सुद्धा बऱ्याच इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांची एक महत्त्वाची गरज आहे. आपल्या फोनमध्ये आपण आपल्या मित्रपरिवाराचे फोननंबर साठवून ठेवू शकतो. संगणकांमध्ये तर माहितीची साठवण ही एक प्रमुख गरज आहे. माहिती साठवण्यासाठी ज्या स्मृती किंवा मेमरीज् वापरल्या जातात, त्यासाठी मुख्यत: चुंबकीय पदार्थांचा वापर केला जातो. यात लोखंड, निकेल, इ.ची विविध संयुगं वापरली जातात. लोखंड चुंबकीय क्षेत्रात आल्यावर स्वत:च चुंबक बनतं, आणि चुंबकीय क्षेत्रातून बाहेर नेल्यावरही चुंबकच रहातं. हे सर्वांनाच माहीत आहे. याचाच अर्थ आपण चुंबकीय क्षेत्रात

आलो होतो, याची स्मृती लोखंडात साठवली जाते. चुंबकीय पदार्थांचा हाच गुणधर्म इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांची स्मृती तयार करण्यासाठी वापरला जातो, असं ढोबळमानानं म्हणायला हरकत नाही.

आपल्या आजुबाजूच्या इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांकडे जरा डोळसपणे पहा. वरचं आवरण काढून आतल्या रचनेचं निरीक्षण करा. या उपकरणांमधल्या इलेक्ट्रॉनिक मंडळांमध्ये तुम्हाला अनेक गोष्टी दिसतील. हिरव्या रंगाची एक प्लॅस्टिकची पट्टी, त्यावर काही गोल, चौकोनी आणि दंडगोलाकार डब्या - यातही काही प्लॅस्टिकच्या असतील, तर काही धातूच्या - या डब्यांना जोडणारी पांढरी किंवा पिवळी उभ्या आडव्या रेषांची नक्षी... संगणकासारख्या उपकरणात वेगवेगळ्या आकाराच्या अनेक पट्ट्या दिसतील. बारीक तारांनी वेगवेगळ्या पट्ट्यांवरील घटक एकमेकांना जोडलेले आहेत, असंही दिसेल. थोडक्यात म्हणजे इलेक्ट्रॉनिक मंडळ तयार करण्यासाठी केवळ अर्धवाहक आणि चुंबकीय पदार्थच नाही तर प्लॅस्टिकपासून धातूपर्यंत इतरही अनेक पदार्थ वापरले जातात. या प्रत्येक पदार्थांचे गुणधर्म त्या इलेक्ट्रॉनिक उपकरणाचं नियोजित कार्य पार पडण्याच्या दृष्टीनं आवश्यक आणि महत्त्वाचे असतात.

इलेक्ट्रॉनिक कचरा

इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये कोण-कोणते पदार्थ वापरले जातात हे माहीत असणं महत्त्वाचं का आहे ? याचं कारण म्हणजे जसजसा इलेक्ट्रॉनिक वस्तूंचा वापर वाढतो आहे, तसतशी निकामी झालेल्या, बिघडलेल्या किंवा कालबाह्य झालेल्या इलेक्ट्रॉनिक वस्तूंची संख्याही वाढत चालली आहे. या वस्तूंमध्ये कोणते पदार्थ वापरले जातात, याचा गांभीर्याने विचार करायची वेळ आलेली आहे, ती या वाढत्या इलेक्ट्रॉनिक कचऱ्यामुळे. बंद पडलेलं एखादं घड्याळ किंवा जुना ट्रान्झिस्टर रेडिओ किंवा खराब झालेली फ्लॉपी किंवा सीडी जेव्हा आपण टाकून देतो, तेव्हा आपण या कचऱ्यात भर घालत असतो. इलेक्ट्रॉनिक मंडळातल्या अर्धवाहक आणि चुंबकीय पदार्थांपासून ते प्लॅस्टिक आणि धातूंपर्यंत बहुतेक सर्व पदार्थ हे निसर्गत: विघटन न होणारे आहेत. शिसे,

पारा, अर्सेनिक, बोरॉन, अँटीमनी, फॉस्फरस यासारखे काही पदार्थ सजीव सृष्टीसाठी विषारीही आहेत. त्यामुळे इतर वस्तूंसाठी वापरले जाणारे जाळून टाकणं किंवा पुरणं यासारखे पर्याय वापरण्यातही धोका आहे. ज्वलनात विषारी पदार्थांपासून विषारी वायू तयार होऊ शकतात, तर जमिनीत पुरलेल्या वस्तूंमधले विषारी पदार्थ पाण्यात मिसळले जाऊन सजीवांच्या अन्नसाखळीत येऊ शकतात.

अर्थात संशोधकांनी या समस्येवर उपाय शोधायलाही सुरुवात केली आहे.

कार्बनी इलेक्ट्रॉनिक्स

एकीकडे या कचऱ्यातून काही पदार्थ पुन्हा गोळा करून नवीन इलेक्ट्रॉनिक वस्तू तयार करण्यासाठी वापरण्याबद्दल संशोधन चालू आहे. पण त्याहीपुढे जाऊन पूर्णपणे वेगळ्याच तत्त्वांवर आधारित आणि वेगळेच पदार्थ वापरून तयार केलेलं असं नवं इलेक्ट्रॉनिक्स विकसित करण्यावरही जगभरात संशोधन चालू आहे.

याचा एक भाग म्हणजे पर्यावरणाच्या दृष्टीनं जास्त सुरक्षित आणि स्वस्त अशा कार्बनी संयुगांपासून इलेक्ट्रॉनिक मंडळं तयार करण्याचे प्रयत्न. कार्बन हा निसर्गात सहजगत्या उपलब्ध असलेला पदार्थ आहे. कार्बनचे अणू वेगवेगळ्या पद्धतीनं एकमेकांशी जोडले जाऊ शकतात, आणि त्यांच्या वेगवेगळ्या गुणधर्मांच्या रचना होऊ शकतात. परस्परविरोधी गुणधर्म असलेली आपल्या परिचयाची कार्बनची दोन रूपं म्हणजे ग्राफाइट आणि हिरा. कार्बनचे अणू इतर अणूंशीही वेगवेगळ्या प्रकारचे बंध प्रस्थापित करू शकतात, आणि त्यामुळे कार्बनच्या संयुगांमध्येही खूप विविधता आहे. कार्बनच्या काही विशिष्ट रचनांमध्ये आणि संयुगांमध्ये इलेक्ट्रॉनिक मंडळांच्या दृष्टीनं उपयुक्त असे गुणधर्म दिसतात. सजीव सृष्टीचा कार्बन हा एक महत्त्वाचा घटक आहे. इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये जर कार्बनी पदार्थ वापरणं शक्य झालं, तर आपण जैवतंत्रज्ञानाचा वापर करून इलेक्ट्रॉनिक मंडळं तयार करू शकू. आज जीवाणूंच्या मदतीनं आपण खाद्यपदार्थ, अल्कोहोल, औषधं, इ. तयार करतो आहोतच, उद्या जीवाणूंच्याच सहाय्यानं इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांचे महत्त्वाचे घटकही तयार होताना दिसतील.

याशिवाय संशोधनाची आणखी एक महत्त्वाची दिशा म्हणजे विद्युतसंदेशाचं वहन आणि माहितीची चुंबकीय साठवण या दोन्ही गोष्टी करू शकतील अशा पदार्थांचा शोध, निर्मिती आणि वापर. आजच्या इलेक्ट्रॉनिक्समध्ये या दोन कामांसाठी वेगवेगळे पदार्थ, त्यांची वेगवेगळ्या रचनांची मंडळं आणि त्यांच्या निर्मितीसाठी वेगवेगळ्या प्रकारचं तंत्रज्ञान वापरलं जात आहे. पण एकाच मंडळात जर ही दोन्ही कामं साध्य करणं शक्य झालं तर, इलेक्ट्रॉनिक उपकरणात लागणारी इलेक्ट्रॉनिक पदार्थांची मात्रा कमी होईल, आणि निर्मितीच्या प्रक्रियेत वापरली जाणारी ऊर्जा आणि पैसा यांचीही बचत होईल.

लहान... आणखी लहान

इलेक्ट्रॉनिक्ससाठी सध्या वापरात असलेल्या पदार्थांपेक्षा वेगळे पदार्थ वापरण्याच्या प्रयत्नांमागे आणखी एक महत्त्वाचं कारण आहे. इलेक्ट्रॉनिक उपकरणं आकारानं जितकी लहान, आणि वजनाला जितकी कमी असतील, तितकी त्यांच्या उपयोगाची व्याप्ती वाढते. एक साधं उदाहरण म्हणजे टेलिफोन. पूर्वीचे काळ्या रंगाचे गोल फिरवायच्या डायलचे बोजड टेलिफोन आठवा, आणि आज आपण वापरत असलेले खिशात बाळगायचे मोबाइल फोन पहा. खिशात बाळगणं शक्य झाल्यावर फोनचा आपण किती विविध प्रकारे उपयोग करू लागलो आहोत. आकार आणि वजन कमी करण्यामुळे एकाच साधनात अनेक उपकरणं बसवता येऊ लागली आहेत. आज मोबाइल फोन, हा फोनबरोबरच कॅमेरा, रेडिओ, आणि छोटा संगणकसुद्धा असू शकतो.

इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांचं हे लहान होणं, कशामुळे शक्य झालं? याचं एक कारण म्हणजे इलेक्ट्रॉनिक मंडळं तयार करण्याच्या तंत्रात झालेली प्रगती. यामुळे १९७० च्या दशकात जेवढ्या क्षेत्रफळावर काहीशे ट्रान्झिस्टर बसत होते, तेवढ्याच क्षेत्रफळावर आता काही दशलक्ष ट्रान्झिस्टर बसू शकतात. पण हे लहान होणं कुठपर्यंत चालू शकेल? त्यावर निश्चितच मर्यादा आहे, आणि ही मर्यादा बऱ्याच अंशी आज इलेक्ट्रॉनिक मंडळं बनवण्यासाठी जे पदार्थ वापरले जातात, त्यांच्यामुळे आहे. म्हणूनच पूर्णत: वेगळेच पदार्थ वापरून आणखी सूक्ष्म इलेक्ट्रॉनिक मंडळं तयार करण्याची कल्पना पुढे आली. त्यातूनच इलेक्ट्रॉनिक्सच्या दृष्टीनं उपयुक्त गुणधर्म असलेल्या नवनव्या पदार्थांचा शोध हे आजचं एक अत्यंत आव्हानात्मक, उत्कंठावर्धक आणि आघाडीचं संशोधन क्षेत्र बनलं आहे.

लेखक : **प्रियदर्शिनी कर्वे**, 'अप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलजी इन्स्टिट्यूट' मध्ये प्रकल्प समन्वयक.

रोमेनस्क कला

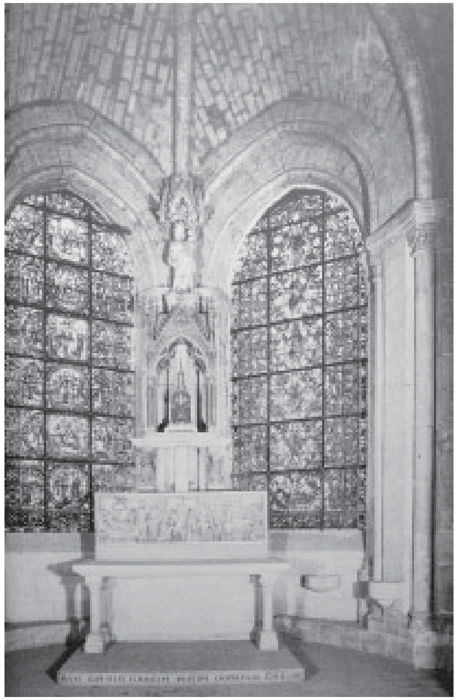
(इ.स.पू.१०० ते इ.स.११५०)

लेखक : राम अनंत थत्ते

बायझंटाइन कलेचा चांगला विकास होत असताना सर्वसाधारणपणे इ.स. ५०० ते इ.स. १००० पर्यंत पश्चिम युरोपात अंदाधुंदीचे साम्राज्य पसरले होते. रोमन साम्राज्याचा अस्त झाल्यानंतर काही रानटी टोळ्यांनी युरोपात आपले धाकधपटशाचे राज्य सुरू केले. ह्या काळाला 'अंधार युग' म्हणून ओळखले जाते. राजकीय वातावरण अस्थिरतेचे व अराजक स्वरूपाचे असल्यामुळे शांतता, सुव्यवस्था व स्वास्थ ह्यांचा अभाव होता. ह्या कालखंडाला 'रोमेनस्क' असे नामाभिधान आहे. वेगवेगळ्या ठिकाणी व वेगवेगळ्या परिस्थितीमुळे ह्या काळातील कलेची ओळख पटणे कठीण जाते.

पाचव्या शतकापासून ते आठव्या शतकापर्यंत निरनिराळ्या टोळ्यांनी युरोपात 'भटकंती' करण्यात काळ व्यतीत केला. त्यामुळे कलेच्या प्रांतात काहीसुद्धा नाव घेण्यासारखे घडलेच नाही. चर्चेस वगैरेंची निर्मिती लाकडाऐवजी दगडामध्ये बांधकाम करून होऊ लागली. बोहेमिया येथील

‘कॅसल ऑफ नोजामो’ ह्या व फ्रान्समधील ‘सेंट सरीन’ ह्या प्रार्थनामंदिरातून जी काही थोडीफार भित्तिचित्रे आहेत, त्यावरून तत्कालीन चित्रकलेची थोडीफार ओळख पटते. भित्तीचित्रांच्या सारखाच ‘टॅपेस्ट्री’ नावाचा एक प्रकार दिसतो. लिननच्या कापडाच्या दोन फूट रुंदीच्या तीस चाळीस फूट लांब पट्टीवर विणकाम करून निरनिराळ्या रंगाचे रेशमी सूत वापरून ऐतिहासिक प्रसंग भरले आहेत. ही चित्रे कौशल्यपूर्ण, नव्या प्रकारची अशी होती. ह्या सर्व चित्रकलेचे विषय ईश्वरावरील नि:सीम भक्ती व धर्मावरील नितांत श्रद्धा व्यक्त करतात.



गॉथिक कला (इ.स. १५०-१४००)

गॉथ ह्या रानटी टोळ्यांच्या जमातीवरून हेटाळणी करण्यासाठी म्हणून ‘गॉथिक कला’ असे नामाभिधान प्रबोधन काळामध्ये कुत्सितपणे दिले गेले. वास्तविक गॉथ टोळ्यांचा रानटीपणा कालांतराने नाहीसा होऊन पाश्चात्य संस्कृतीशी ते लोक एकरूप झाले. ‘गॉथिक कला’ हा कलाइतिहासातील एक महत्त्वाचा टप्पा म्हणूनच ओळखला जातो हे नक्की. मोठमोठी गजबजलेली शहरे, त्यामधील चर्चेस, मोठमोठ्या सरदारांचा मिळालेला आश्रय व जीवनाविषयीची आस्था ह्या सर्वांचा परिपाक म्हणजे मध्ययुगातील ही गॉथिक कला.

सिंहासनावर आरूढ झालेला बिशप व त्याचे कॅथेड्रल हे तत्कालीन राजकीय, सामाजिक व धार्मिक चळवळीचे प्रमुख केंद्र बनले. बिशप ज्या सिंहासनावर बसत असे त्याला ‘कॅथेड्रा’ म्हणत. प्रमुख शहरांमधील मोठ्या चर्चेसना ‘कॅथेड्रल’ म्हणतात. ती सर्वांची स्फूर्तिस्थाने झाली. तत्कालीन समाजाचा ‘स्त्री’ हा विषय पूजनीय ठरला व त्याचा परिणाम कलेवर व कलाकारांवरही झाला. येशूख्रिस्ताची माता मेरी हिचा गौरव केला जाऊ लागला. काही कॅथेड्रल्सना तिचे नाव देण्यात आले.

ह्या काळात वेगळेच विशिष्ट स्वरूप

धारण करून इमारती बांधल्या जाऊ लागल्या. त्या सर्व खास ‘गॉथिक’ शैलीतील होत्या. त्या शैलीने सर्वांना आकर्षित केले व थेट अठराव्या शतकापर्यंत ह्या शैलीच्या मोठमोठ्या इमारती व आकाशात झेप घेणारी उंच उंच कॅथेड्रल्स, त्यांचे मनोरे, त्यांची टोकदार शिखरे लोकांच्या नजरेत घुसू लागली. छोट्या छोट्या शहरांतून बांधली गेलेली ही भव्य कॅथेड्रल्स गावातील छोट्या घरांच्या तुलनेत खूपच अवाढव्य अशी दिसू लागली.

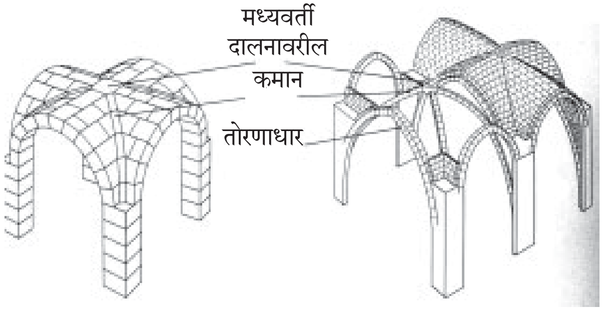
धर्मयुद्धाच्या (crusades) निमित्ताने युरोपातील ख्रिस्त धर्मियांना नव्या जगाची माहिती मिळाली. पुढे अरबस्तान, तुर्कस्तान वगैरे देशांबरोबर संबंध वाढले. सरंजामदार हळूहळू व्यापाराकडे आकर्षित झाले. इंग्लंड व फ्रान्समध्ये राजसत्ता प्रबळ झाली व त्यामुळे कलाकारांना त्यांच्या कलेसाठी उदार देणग्या मिळू लागल्या. युरोपमध्ये चर्च ही संस्था प्रबळ बनली होती व ती आता इतर ठिकाणी पण पसरू लागली. तिच्यासाठी पैसा हा सहज उभारला जाऊ लागला. त्यामुळे लोकांचा उत्साह, प्रबळ धर्मभावना, त्यागाची भावना ह्या सर्वांमुळे निरनिराळ्या ठिकाणी बिशपवर्गानी अवाढव्य गॉथिक इमारती बांधावयास घेतल्या.

१. गॉथिक कलेत कॅथेड्रलच्या उभारणीवर भर होता. बांधकामाची उंची वाढवणे, आतील भाग प्रकाशाने उजळून टाकणे हे गॉथिक वास्तुकारांचे उद्दिष्ट होते. त्याकरिता टोकदार कमानींची योजना केली गेली. उंच कमानीमुळे बाजूवर पडणारा दाब कमी झाला व डेरेदार छप्पर चांगल्या तऱ्हेने उभारले जाऊ शकले.

२. गॉथिक वास्तुकारांनी ६-७ लहान लहान स्तंभ (clustered column) उभारून प्रत्येक खांबावर एकेक कमान करून खाली पडणाऱ्या दाबाचे विभाजन केले.

३. तोरणाधार (Flying Buttress) हा सर्वस्वी नवा प्रकार गॉथिक वास्तुविशारदांनी

वापरला. मध्यवर्ती दालनाच्या भिंती १५०-२०० फूट उंच झाल्यामुळे त्यांना पूरक भिंतीचा आधार आवश्यक होता म्हणून मोठ्या कल्पकतेने ही योजना केली गेली. ह्या पूरक भिंती पुरेशा उंच



करून त्यावर मध्यवर्ती दालनावरील कमान बांधत. यामध्ये एकावर एक अशा एक किंवा दोन अगर तीन अर्ध वर्तुळाकार कमानी उभारत. त्यांना तोरणाधार म्हणतात. कमानीचा बाजूवर पडणारा दाब थोपवण्यासाठी त्याचा उपयोग झाल्यामुळे गॉथिक काळातील कॅथेड्रल्स आजतागायत उभी राहिली आहेत.

४. मध्यवर्ती दालनाच्या उंच भिंतींचा

वरचा तिसरा भाग क्लेरेस्टरी म्हणून ओळखला जातो. त्या भागात भिंतीच्या ऐवजी अंतर्भागात भरपूर प्रकाश खेळावा म्हणून उंच अशा खिडक्या करण्यात येत व रंगीत काचेची तावदाने व काचचित्रे त्यात बसवित. चर्चच्या समोरील भागात वरच्या बाजूस एक मोठी गोल आकाराची खिडकी असते तिला 'रोज विंडो' असे म्हणतात. त्यामध्ये रंगीत काचचित्राची योजना केली गेली. अंतर्भागात प्रकाश येण्याच्या कार्यात अडथळा न येता अलंकरण करण्याचा नवा प्रकार सहजच चांगला रूढ झाला. चित्राच्या संकल्पातील आकारांप्रमाणे रंगीत काचा कापून त्याचे तुकडे करून शिशाच्या जाड तारांच्या सहाय्याने ते एकमेकांना जोडून लोखंडी कांबींच्या चौकटीत उभ्या आडव्या बसवीत त्यामुळे तारेत गुंफलेले रंगीत काचांचे तुकडे स्थिर राहत. रोजविंडोमध्ये लोखंडी सळ्या व कांबीच्याद्वारे संपूर्ण नक्षी करीत तिला 'ट्रेसरी' म्हणीत. ट्रेसरीमधील रिकाम्या

जागी रंगीत काचा बसवून डिझाईन पुरे करीत. त्यामुळे कॅथेड्रलच्या अंतर्भागात रंगीबेरंगी प्रकाशामुळे स्वर्गीय आनंदाचे वातावरण तयार होई.

गॉथिक वास्तुशैली ही कॅथड्रल्स पुरती मर्यादित न राहता खाजगी निवासस्थाने, प्रासाद, किल्ले, सभागृहे, मंडई, इस्पितळे, शैक्षणिक संस्था वगैरे इमारती बांधल्या जाऊ लागल्या. अलंकरणाने भरगच्च असलेल्या ह्या इमारती सर्वांना आवडू लागल्या.

आपल्या मुंबईमध्ये असलेले छत्रपती शिवाजी टर्मिनस हे रेल्वे स्टेशन 'गॉथिक' प्रकारची जगामधील दुसऱ्या क्रमांकाची इमारत आहे. यावरूनच 'गॉथिक कला' म्हणजे काय ते लक्षात येईल.

वास्तुकलेशिवाय बाकी कलांमध्येही बदल झाले. रोमेनस्क काळातील भित्तिचित्रांची जागा गॉथिक काळात रंगीत काचचित्रांनी घेतली. 'पारदर्शक' भिंत म्हणून वास्तुकलेत रंगीत काचचित्रांचा उपयोग नाविन्यपूर्ण असाच होता.

फ्रेस्को

गॉथिक काळात सुरुवातीला चित्रकला खूपच मागे पडली होती. नंतरच्या दुच्चिओ मार्तिनी (सिएना घराण्याचे प्रतिनिधी) ह्यांच्या चित्रांवर बायझंटाइन कलेचा पगडा होता. जिओत्तो हा गॉथिक काळातील सर्वात श्रेष्ठ असा चित्रकार, फ्लॉरेन्स घराण्याचा संस्थापक. त्याच्या चित्रांमध्ये मानवी देहाला फार महत्त्व आहे. त्याच्या चित्रांमध्ये निसर्ग चित्रण पण आढळते. त्याच्या संकल्पित चित्ररचना उत्कृष्ट आकृतिबंधाच्या आहेत. इ.स. १३०० मध्ये त्याने रोमला भेट दिली. तेथील शिल्पे व भित्तिचित्रे बघून तो खूपच प्रभावित झाला. सपाट पृष्ठभागावर त्रिमितीचा आभास निर्माण करणे हे त्याच्या कलेचे अविस्मरणीय वैशिष्ट आहे. त्याच्या काळात भिंतीवर ओले प्लॅस्टर लावून त्यावरच रंगलेपन करण्याची पद्धत होती. त्या तंत्राला 'फ्रेस्को' असे म्हणत. रंगाची पूड पाण्यात मिसळून व

टाउन हॉल्स, राजवाडे, पूल, शहरद्वारे इत्यादी ठिकाणी पण चित्रकारांकडून चित्ररचना करून घेतल्या. त्यामुळे चित्रकारांना निसर्गाचे सूक्ष्म निरीक्षण करावे लागले. त्यासाठी चित्रकार 'स्केच बुक' बाळगावयास लागला व चित्र रेखाटणे करून प्राणी, पक्षी, निसर्ग, फुले, झाडे, मानवी देहाच्या विविध अवस्था आपल्या नोंदवहीत ठेवू लागला. त्यामुळे त्याची प्रगती झाली.

रासायनिक प्रक्रियेने प्लॅस्टरमधील चुन्याच्या निवळीशी एकजीव करावयाची. प्लॅस्टर सुकावयाच्या आधीच रंगकाम उरकून घ्यावयाचे. रंग ओले असताना गडद दिसतात व वाळल्यानंतर ते फिके दिसतात ही गोष्ट विचारात घेऊन रंगलेपन केले जात असे. स्थापत्य विशारदांनी कॅथेड्रल्सच्या व्यतिरिक्त

उत्तर गॉथिक काळात व्यक्तिशिल्पे होऊ लागली. गॉथिक काळात बऱ्याच लाकडी कोरीव कलाकृती चर्चच्या रंगाशी जुळतील अशा रंगात रंगवल्या गेल्या. पार्श्वभूमी निळ्या रंगात व कोरून काढलेला भाग पांढऱ्या रंगात रंगवून त्यात अधून मधून मौल्यवान रत्ने, मोती, बिलोरी काचांचे तुकडे, स्फटिक लावून ते लाकडी काम रंगीत चित्रासारखे भासेल असे करीत असत.

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

मुक्तीची विज्ञानवाट

लेखक : दिलीप कुलकर्णी

या पेरेलमान ह्या रशियन लेखकानं आपल्या Physics for Entertainment ह्या पुस्तकात एक गंमतीशीर घटना सांगितली आहे. पॅरिसमधल्या एका चतुर माणसानं वृत्तपत्रात जाहिरात दिली की, 'अगदी कमी खर्चात तुम्हाला वेगानं प्रवास करता येईल. त्यासाठी अमूक अमूक इतकी रक्कम माझ्याकडे पाठवा!' काही साध्याभोळ्या माणसांनी तशी रक्कम पाठवल्यावर त्यांना एक पत्र आलं 'महाशय, आपण घरच्या अंथरुणावरच आरामात झोपा आणि पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते हे लक्षात घ्या. पृथ्वीबरोबर आपणही तिच्याच वेगानं फिरत आहात. हा वेग आहे सेकंदाला ३० कि.मी.: म्हणजे ताशी १ लक्ष ८ हजार कि.मी.! आहे की नाही कमी खर्चात वेगवान प्रवास करण्याची युक्ती!'

पैसे पाठविलेल्या लोकांची या उत्तरानं फट्फजिती झाली असली, तरी पॅरिसमधल्या त्या डोकेबाज माणसाचं म्हणणं काही खोटं नाही. पृथ्वी खरोखरच तासाला एक लक्षाहून अधिक कि.मी. अंतर अंतराळात आक्रमते. आणि याशिवाय तिचं स्वत:भोवतीचं परिभ्रमण लक्षात घेतलं तर हे अंतर आणखीनच वाढतं. (आणि त्याशिवाय आपण जी आवश्यक आणि अनावश्यक धावपळ रात्रंदिवस करतो, ती वेगळीच!)

पण पृथ्वीच्या या गतीची, प्रचंड वेगानं होणाऱ्या या हालचालीची जाणीव आपल्याला नसते ही गोष्ट खरीच आहे. किंबहुना या विश्वातली प्रत्येक गोष्ट प्रचंड वेगानं, सतत हालचाल करीत आहे. अणूच्या अंतरंगापासून अनंत आकाशगंगापर्यंत प्रत्येक वस्तू गतिशील आहे. The Dynamic Universe या तेराव्या प्रकरणात काप्रा आपल्याला या चैतन्यपूर्णतेची माहिती देतात. या विश्वातलं जे अंतिम तत्त्व आहे त्याला हिंदू 'ब्रह्म' म्हणतात; बौद्ध 'धर्मकाया' किंवा 'तथता' म्हणतात; आणि ताओ तत्वज्ञानात त्यालाच 'ताओ' म्हटलेलं आहे. सर्व विश्व हे या एकाच अंतिम तत्त्वाचं विविध रूपांतलं प्रकटीकरण आहे. एकच मूळ तत्त्व कधी या रूपात तर कधी त्या रूपात प्रकट झालेलं

दिसतं. रूपांतराची ही प्रक्रिया अविरतपणे, अव्याहतपणे या विश्वात चाललेली आहे असं सर्व तत्त्वज्ञानं सांगतात. प्रवाहीपणा, गती, पालट हे या विश्वाचं मूलभूत स्वरूप आहे. इथे काहीच स्थिर नाही. सर्व काही सतत बदलत आहे!

गतिशीलता

हिंदू ज्याला 'ब्रह्म' म्हणतात, त्या शब्दात मूळ धातू आहे 'बृह'. बृह् म्हणजे वाढणं, मोठं होणं. सतत स्थित्यंतरं होत असलेली एक वास्तवता या शब्दातून व्यक्त होते, ऋग्वेदात विश्वाच्या या चैतन्यशीलतेसाठी 'ऋत' हा शब्द वापरलेला आहे. त्यातल्या 'ऋ' धातूचा अर्थ आहे जाणं, हलणं आणि 'ऋत' चा मूळ अर्थ आहे 'सर्व विश्वाची गमनाची पद्धती'. 'ताओ' शब्दातूनही हीच अर्थच्छटा व्यक्त होते. 'ताओ' म्हणजे 'मार्ग' - ज्या मार्गाने हे विश्व जातं तो मार्ग.

हिंदू तत्त्वज्ञानातील 'कर्म' ही संकल्पनाही गतिमानतेची निर्देशक आहे. एखाद्या गोष्टीच्या परिणामस्वरूप घडणारी दुसरी गोष्ट 'कर्मा'नं निर्देशली जाते. त्या शब्दातून कार्यकारणभाव व्यक्त होतो. म्हणजेच काहीतरी घडत असल्याचा, बदलाचा, गतीचा निर्देश 'कर्मा'नं केला जातो. विश्वाची ही गतिमानता लक्षात घेऊन प्रत्येकानं सतत कर्मरत असलं पाहिजे असं भगवान् अर्जुनाला सांगतात. 'उत्सीदेयुरिमे लोका न कुर्याद् कर्म चेद् अहं' - मी स्वकर्म केलं नाही तर हे सर्व उच्छिन्न होईल असं ते सांगतात. भगवान शंकरांचं नृत्य हेही या विश्वातील लयबद्ध गतीचंच सूचन करतं. विश्वाची ही गतिमानता, लयबद्धता हिंदू तत्त्वज्ञानानं फार महत्त्वाची आणि मध्यवर्ती मानली आहे. जे जे स्थिर वाटतं ते सर्व 'माया' आहे, भ्रामक आहे असं हे तत्त्वज्ञान सांगतं.

या 'माया' वादातूनच बुद्धानं आपलं तत्त्वज्ञान पुढे नेलं आहे. गतीचा विसर पडून वरवर स्थिर वाटणाऱ्या गोष्टींना कवटाळून बसण्यानंच दु:ख निर्माण होतं असं बुद्ध म्हणतात. जे जसं सामोरं येतं त्याचा तसा स्वीकार करण्याऐवजी साचेबद्ध कल्पना, विचार यांना माणूस धरून बसतो आणि दु:खी होतो. सतत गतिमान, परिवर्तनशील असणाऱ्या या विश्वाला बौद्ध तत्त्वज्ञानात 'संसार' असं म्हटलेलं आहे. ज्याला चिकटून राहावं, धरून ठेवावं असं या 'संसारा'त काहीही नाही. जो या संसारात अडकून न पडता वैश्विक गतीशी जुळवून घेत येतो आणि जातो तो 'तथागत'; म्हणजेच 'बुद्ध'. ताओ तत्त्वज्ञानातही नेमकं हेच सांगितलेलं आहे : 'या वैश्विक प्रवाहाशी अनुकूल जो 'वाहतो' तो संत.'

कणपुंज - परिणाम

विश्वाच्या चैतन्यशीलतेविषयीच्या या पौर्वात्य संकल्पनांशी आजचं आधुनिक पदार्थविज्ञान शत-प्रतिशत सहमतीस येत आहे. पदार्थविज्ञानाच्या अभ्यासातून ही गतिशीलता कशी दृग्गोचर होत आहे याचं सविस्तर विवेचन या प्रकरणाच्या यानंतरच्या भागात काप्रांनी केलं आहे. आपल्याला सभोवारच्या वस्तू बाहेरून स्थिर दिसत असल्या, तरी त्या ज्यांपासून बनल्या आहेत ते अणू मात्र स्थिर नाहीत. अणूंमधल्या प्रोटॉन, न्यूट्रॉन आणि इलेक्ट्रॉनची अखंड घुसळण चालू आहे. कल्पनातीत वेगानं ही घुसळण चालू आहे. कशामुळे होते ही घुसळण? - त्या कारणाला 'क्वांटम इफेक्ट', किंवा कणपुंज-परिणाम असं म्हणतात. म्हणजे असं की, जर एखादा कण जर लहानशा जागेत बांधून ठेवला, तर तो स्वस्थ न बसता त्या जागेत भ्रमण करू लागतो. अणूच्या अंतरंगात नेमकं हेच होतं. अणुगर्भात प्रोटॉन हे धनभारित कण असतात; तर अणूच्या भोवती इलेक्ट्रॉन हे ऋणभारित कण असतात. विजातीय विद्युतभारांच्या आकर्षणामुळे इलेक्ट्रॉन हा अणुकेंद्राशी बांधला जातो. परिणामत: तो अणुकेंद्राभोवती फिरू लागतो. अणुकेंद्रातले प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉनही अणुकेंद्री बलांनी अत्यंत लहानशा जागेत एकत्र ठेवले जातात. यावरची प्रतिक्रिया म्हणून तेही वेगानं त्या जागेत घुसळत असतात. पिंजऱ्यात कोंडलेला वाघ जसा सतत त्यात येरझाऱ्या घालतो; किंवा 'भूर' न नेता घरातच ठेवलेलं लहान मूल जसं रडून-ओरडून आकांडतांडव करतं तसं हे कण करतात! अत्यंत सूक्ष्म स्तरावर ही हालचाल चालू असते आणि त्यामुळे आपल्या डोळ्यांना ती दिसत नाही. पण वरून मृत वाटणारा एखादा लोखंडाचा तुकडा किंवा मातीचं ढेकूळ वास्तवात अत्यंत खळबळ करणारं असतं - 'जिवंत' असतं!

अतिसूक्ष्मतेच्या विश्वातला हाच गतिशीलतेची प्रत्यय अतिविशाल अशा खगोलातही आपल्याला येतो. जेव्हा आपण दुर्बिणी आणि दूरदर्शकांतून अवकाशात दृष्टी टाकतो, तेव्हा सर्व आकाशस्थ वस्तूंची अव्याहतपणे हालचाल चाललेली आपल्याला दिसते. विश्वाच्या पोकळीत असणारे उदजन वायूचे फिरते ढग आकुंचन पावून ताऱ्यांच्या जळत्या ज्योती तयार होतात. यांपैकी काही ताऱ्यांपासून जळके-जळणारे भाग दूर भिरकावले जातात. ते कालांतरानं थंड होऊन ग्रहांच्या रूपानं त्या ताऱ्याभोवती फिरत राहतात. कोटी-कोटी वर्षांनी इंधन संपून गेलं की, ह्या ताऱ्यांचा प्रचंड स्फोट होतो किंवा त्याचं कृष्णविवर तरी होतं. अवकाशात कुठे ना कुठे यांपैकी प्रत्येक स्थिती आज आपण पाहू शकतो. अशा प्रकारचे विविध अवस्थांमधले तारे ठिकठिकाणी एकत्र येऊन एका केंद्रबिंदूभोवती फिरत राहतात. या समूहाला आपण आकाशगंगा म्हणतो. अवकाशात जिकडे पाहावं तिकडे अशा आकाशगंगा दिसतात - काही चाकासारख्या चपट्या,

काही गोलाकार, तर काही सर्पिलाकार.

या सर्व आकाशगंगा फक्त स्वत:च्या केंद्राभोवतीच फिरतात असं नाही. विश्वाच्या पोकळीत त्या सर्व एकमेकांपासून दूर जात आहेत - म्हणजेच विश्व प्रसरण पावत आहे. कोणत्याही आकाशगंगेवर आपण गेलो, तरी बाकी सर्व आकाशगंगा आपल्यापासून दूर जाताना आपल्याला दिसतील. आणि आकाशगंगा जेवढी दूर, तेवढी तिची दूर जाण्याची गती जास्त असते. जवळच्या आकाशगंगा सेकंदाला काही सहस्त्र-मैल वेगानं जाताना दिसतात; तर अगदी दूरच्या आकाशगंगा जवळजवळ प्रकाशाच्या वेगानं दूर जाताना दिसतात! त्याहून पलीकडे ज्या आकाशगंगा आहेत, त्यांचा दूर जाण्याचा वेग प्रकाशाच्या वेगापेक्षाही जास्त असतो; आणि म्हणून त्यांच्यापासून निघालेला प्रकाश आपल्यापर्यंत कधीच पोहोचत नाही.

विश्वाचं आकुंचन-प्रसरण

हे विश्व जर अशा प्रकारे प्रसरण पावत आहे, तर याची सुरुवात केव्हा आणि कुठे झाली? किती काळ ते असंच प्रसरण पावणार आहे? या प्रश्नांची ठाम उत्तरं आजवर कुणीच दिलेली नाहीत. त्यातल्या त्यात बहुमान्य (सर्वमान्य नव्हे) जो सिद्धांत आहे तो 'महास्फोटा'चा. काही सहस्त्र कोटी वर्षांपूर्वी एक महास्फोट झाला आणि त्यावेळी सर्व वस्तुजात दूर फेकलं गेलं - ते अद्यापी तसंच दूर जात आहे. अजून लक्षावधी वर्षांनी या दूर जाण्याचा वेग कमी होत जाईल आणि पुन्हा आकुंचनाला प्रारंभ होईल. आकुंचनाच्या शेवटी एक अत्यंत मोठ्या घनतेचा गोळा या विश्वाच्या केंद्रस्थानी तयार झालेला असेल; कदाचित त्याचा पुन्हा महास्फोट होऊन हे विश्व पुनश्च प्रसरण पावू लागेल!

अशाप्रकारे, काळाच्या मोजताही न येणाऱ्या परिमाणात विश्वाचं आकुंचन-प्रसरण सतत चालू आहे. आधुनिक शास्त्रांनी पुढे मांडलेली ही कल्पना हिंदू कल्पनेशी अगदी मिळतीजुळती आहे. हिंदू तत्त्वज्ञानात 'लीला' ही एक संकल्पना आहे. 'लीला' म्हणजे ब्रह्म्याचा खेळ. एकाचं अनेक होणं अनेकाचं एक होणं, अशा प्रकारचा हा आवर्ती खेळ अव्याहतपणे चालू आहे. गीतेत भगवान् कृष्णांनी या क्रियेचं फार सुंदर शब्दात वर्णन केलं आहे :

अव्यक्ताद् व्यक्तय: सर्वा प्रभवन्त्यहरागमे ।
रात्र्यागमे प्रलीयन्ते तत्रैवाव्यक्तसंज्ञके ॥

जेव्हा (ब्रह्म्याच्या) दिवसाची सुरुवात होते, तेव्हा अव्यक्तातून हे सर्व विश्व व्यक्त होऊ लागतं; आणि रात्र सुरू झाली की, पुन्हा त्या अव्यक्तातच लीन होऊ लागतं. उभारणी आणि संहारणीच्या अशा एका कालखंडाला हिंदूंनी 'कल्प' असं नाव दिलं आहे. यावर भाष्य करताना काप्रा म्हणतात : 'या प्राचीन हिंदू संकल्पनेचा आवाका थक्क करून टाकणारा आहे; त्याच्याशी मिळतीजुळती संकल्पना पुढे मांडण्यासाठी माणसाला दोन सहस्र वर्ष घालवावी लागली आहेत!'

अणूपासून ब्रह्मांडापर्यंत सर्वत्र अशा प्रकारची गतिशीलता अनुभवाला येत असली, तरीही गतिशीलता का आहे याचं उत्तर केवळ निरीक्षणातून मिळत नाही. या शतकात पुढे आलेले दोन महत्त्वाचे सिद्धांत - कणपुंजांचा आणि सापेक्षतेचा - या प्रश्नाचं उत्तर देतात. अणूच्या आतल्या (उपाणू) कणांच्या बाबतीत; कणपुंजांचा सिद्धांत (क्वांटम थिअरी) लागू करावा लागतो; आणि हे उपाणू कण प्रचंड वेगानं फिरत असल्यामुळे सापेक्षतेचा सिद्धांतही (रिलेटिव्हिटी थिअरी) त्यांना लागू करावा लागतो. या दोन्ही सिद्धांताच्या उपयोजनातून एक आगळंच सत्य शास्त्रज्ञांना उमजलं आहे. आईनस्टाईनच्या समीकरणातून ते सर्वसामान्यांनाही आता परिचित झालेलं आहे. ते म्हणजे शक्ती आणि वस्तुमान ही एकाच गोष्टीची दोन रूपं आहेत. ($E = mc2$). एका शक्तीचं दुसऱ्या शक्तीत रूपांतर होऊ शकतं हे आपल्याला माहीत आहे : धरणात साठवलेल्या पाण्यातून वीज-शक्ती निर्माण होते. वीज वापरून उष्णता निर्माण करता येते इत्यादी. पण या समीकरणामुळे शक्ती ही वस्तुमानाचंही रूप घेऊ शकते असं दिसून आलं आहे. यामुळेच आता वस्तुमानाकडे एखादा भौतिक पदार्थ (material substance) म्हणून न पाहिलं जाता एकत्रित झालेली शक्ती (bundle of energy) म्हणून पाहिलं जातं. आणि शक्तीचा संबंध हालचालीशी, क्रियेशी असल्यानं या विश्वात सर्वत्र गतिशीलता आहे. दैनंदिन जीवनात आपण अनेक पदार्थ डोळ्यांनी पाहतो, त्यांना स्पर्श करतो, त्यांच्या साहाय्यानं कामं करतो हे खरं; पण तरीही ज्या अणूंपासून हे सर्व पदार्थ बनलेले असतात, त्या अणूंमध्ये कोणताही 'पदार्थ' असा नसतोच हेही खरं. त्या पातळीवर आहे फक्त शक्ती, शक्ती आणि शक्ती. (अशा शक्तिरूप अणूंपासून सर्व दृश्य सृष्टी बनली आहे - एखाद्या पदार्थापासून नाही. त्यामुळेच दृश्य विश्व हा 'भास' आहे, किंवा 'माया' आहे असं अध्यात्मात म्हणतात. आजचं पदार्थविज्ञानही हेच सांगतं!)

पोकळी ?

जर या विश्वाच्या मुळाशी कोणताही पदार्थ नसून शक्ती असेल, तर ती असते कशा प्रकारची? ती एकत्र होऊन वस्तुमानासारखी दिसते ती कशामुळे? जिथे वस्तुमान आहे, तिथे शक्ती आहे हे एकवेळ मान्य; पण जिथे पोकळी आहे तिथे काय आहे?- असे एक ना अनेक प्रश्न यानंतर तुमच्या-आमच्या मनात उभे राहतात. Emptiness and Form या १४व्या प्रकरणात यांपैकी काहीची उत्तरं काप्रा देतात. Emptiness या शब्दाचा नेहमीचा अर्थ काहीही नसणं, पोकळी असा

आहे. आधुनिक पदार्थविज्ञान मात्र हा अर्थ चुकीचा आहे असं सांगतं. कारण, जिथे 'काहीही नाही' अशी जागाच या विश्वात नाही. आपण जिला 'शक्ती' म्हणत आहोत ते चैतन्य या विश्वात सगळीकडे आहे. फक्त ते व्यक्त स्वरूपात नाही, एवढंच. म्हणजे Emptiness याचा अर्थ 'पोकळी' असा नसून 'अव्यक्तता', किंवा 'निराकारता' असाच घ्यावा लागतो. आणि त्याउलट Form म्हणजे व्यक्तता किंवा साकारता. जिथे 'पोकळी' आहे असं आपण म्हणतो, तिथे वास्तविक अव्यक्त अशी शक्ती किंवा भारित क्षेत्र असतं. या शक्तीची एखादी गाठ किंवा गुंडाळी तयार झाली अशी कल्पना केली की, ते वस्तुमान झालं. शक्ती अदृश्य आहे; उलट वस्तुमान दृश्य आहे. शक्ती निराकार आहे; उलट वस्तुमानाला आकार आहे. हवेत पाण्याची वाफ असते - ती अदृश्य असते. पण एखाद्या ठिकाणी ती साकळून तिचा थेंब झाला की, तो आपल्याला दिसतो.

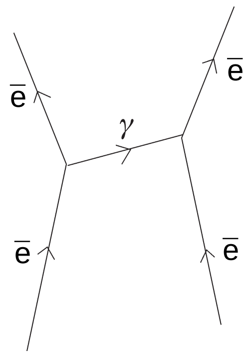
काप्रांच्या विवेचनात न आलेला, पण आपणां भारतीयांना सहज समजू शकेल असा एक मुद्दा याठिकाणी सांगणं उचित ठरेल. आपण नेहमीच्या बोलण्यात 'नाश पावणे' असं क्रियापद वापरतो. यातला मूळ संस्कृत धातू 'नश्' हा आहे. पण त्याचा अर्थ मात्र 'नाहीसे होणे' असा नाही; तर 'नश् अदर्शने' - म्हणजे 'अदृश्य होणे', 'दिसेनासे होणे' असा आहे. एखादी गोष्ट 'नाश पावते' म्हणजे ती केवळ दृश्याची अदृश्य होते; व्यक्ताची अव्यक्त होते एवढंच. अव्यक्तात् व्यक्तय: सर्वा:' या गीतेतील श्लोकातले शब्दही यादृष्टीनं किती काटेकोर आहेत पाहा : विश्वाच्या उभारणीच्या वेळी 'शून्यातून विश्व निर्माण होतं' असं कृष्ण म्हणत नाही. तो 'अव्यक्त विश्वातून व्यक्त विश्व निर्माण होते' असं म्हणतो. आणि संहाराच्या वेळीही 'व्यक्त विश्व अव्यक्तात लय पावतं' असं तो सांगतो. गारव्यामुळे पाण्याचा थेंब निर्माण होतो तो काही शून्यातून नव्हे - तर ते फक्त अव्यक्त पाण्याचं व्यक्त पाण्यात झालेलं रूपांतर असतं. आणि उष्णतेनं तो थेंब नाहीसा होतो, तेव्हा तो काही खरोखरच नाहीसा होत नाही ते व्यक्त पाणी अव्यक्त पाण्यात रूपांतरित होतं एवढंच -दृश्याचं रूपांतर अदृश्यात होतं; स्थूलाचं सूक्ष्मात होतं एवढंच आणि म्हणूनच 'स्थूल-सूक्ष्म एकु गोविंदु रे ।' असा अध्यात्मातला सिद्धांत आहे.

चतुर्मितीतलं क्षेत्र

आधुनिक पदार्थविज्ञानही स्थूल-सूक्ष्माच्या एकीकरणातून त्याच एका 'गोविंदा'च्या शोधात पुढे जात असल्याचं काप्रा सांगतात. मूळ संकल्पना अध्यात्मातून समजून घेतल्यावर पदार्थविज्ञानाची भाषा तितकीशी परकी, नवखी वाटेनाशी होते; आणि त्यामुळे वैज्ञानिक काय म्हणताहेत हे सहज कळू लागतं. वैज्ञानिक असं म्हणतात की, वस्तुमान आणि शक्ती ही परस्परांत

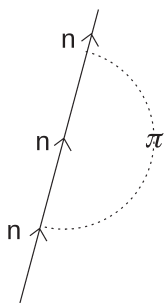
परिवर्तनक्षम आहेत. त्रिमितीच्या जगात एकच गोष्ट कधी वस्तुमान म्हणून (स्थूल) असते, तर कधी शक्ती (सूक्ष्म) म्हणून. जर आपण त्रिमितीच्या वरच्या, म्हणजे चौथ्या मितीत गेलो, तर त्याठिकाणी वस्तुमान आणि शक्ती हे द्वन्द्व नाही. तिथे 'क्षेत्र' (Field) आहे. हे क्षेत्र त्रिमितीत कधी वस्तुमान म्हणून प्रकट होतं, तर कधी शक्ती म्हणून. उदाहरणार्थ, विद्युत-चुंबकीय क्षेत्र घ्या. हे क्षेत्र कधी 'विद्युतचुंबकीय लहरी' (रेडिओच्या, टीव्हीच्या इ.) या रूपांत प्रकट होतं; तर कधी 'फोटॉन' या कणांच्या स्वरूपात. अशा प्रकारची अनेक 'क्षेत्रं' या विश्वात आहेत असं विज्ञान म्हणतं. आजच्या वैज्ञानिकांचं संशोधन आणि अभ्यास चालू आहे तो सर्व क्षेत्राच्या एकीकरणाचा. असं एखादं 'क्षेत्र' निश्चित करता येईल का की, ज्याच्या साहाय्यानं या विश्वातल्या यच्चयावत् सर्व घडामोडीचं स्पष्टीकरण देता येईल ? वैज्ञानिक त्याच्या संशोधनात गर्क आहेत. अशा क्षेत्राला त्यांनी 'एकीकृत क्षेत्र' म्हटलं आहे, आणि अशा या Unified Field संबंधीचा अभ्यास जोमानं सुरू आहे. 'हिंदू ज्याला ब्रह्म म्हणतात; बौद्ध ज्याला धर्मकाया म्हणतात; किंवा चिनी ज्याला ताओ म्हणतात, तसंच काहीसं हे एकीकृत क्षेत्र असेल' असं काप्रा म्हणतात.

या 'क्षेत्र' (Field) नावाच्या संकल्पनेनं 'बल' (Force) ही संकल्पनाही पार बदलून टाकली आहे. ही गोष्ट समजण्यासाठी आपण चुंबकीय क्षेत्राचा प्रारंभी विचार करू. चुंबकाच्या प्रत्येक ध्रुवाभोवती एक भारित क्षेत्र (charged Field) असतं हे आपल्याला माहीत आहे. या भारित क्षेत्रात एखादा लोखंडाचा कण किंवा तुकडा आला, तर तो चुंबकाकडे आकर्षिला जातो. म्हणजेच क्षेत्राचा परिणाम आकर्षण-बलाच्या रूपानं प्रकट झालेला आपल्याला दिसतो. दोन विजातीय ध्रुव (म्हणजेच धन आणि ऋण) एकमेकांच्या जवळ आले, तर ते एकमेकांकडे आकर्षिले जातात; आणि दोन सजातीय ध्रुवांचं अपसरण होतं हेही आपल्याला ठाऊक आहे. आजचं पदार्थविज्ञान या आकर्षण वा अपसरणाचं स्पष्टीकरण असं देतं : समजा दोन इलेक्ट्रॉन एकमेकांच्या खूप जवळ आले; तर ते एकमेकांपासून दूर लोटले जातात. ही क्रिया कशी घडते ? तर 'अ' या बिंदूपाशी एका इलेक्ट्रॉनमधून ($\bar{e}$) एक फोटॉन बाहेर टाकला जातो. (आकृतीत तो γ गॅमा - या



ग्रीक चिन्हानं दर्शविला आहे.) त्याचवेळी दुसरा इलेक्ट्रॉन 'ब' या ठिकाणी त्या फोटॉनचं ग्रहण करतो आणि परिणामत: त्याचीही दिशा बदलते. प्रत्यक्षात अशा प्रकारे शेकडो फोटॉन इकडून तिकडे जातात आणि त्यांच्या स्थूल रूपातील परिणामाला आपण दोन इलेक्ट्रॉनचं अपसरण झालं असं म्हणतो. याचाच अर्थ असा की, अपसारण म्हणजे 'बल जाणवणं' असं नसून, 'काही कणांची देवाणघेवाण' असं त्याचं स्वरूप असतं. म्हणून हल्ली शास्त्रज्ञ force ऐवजी interaction असा शब्द वापरतात. आकर्षण किंवा अपसारण जितकं जोरदार असेल, तितक्या अधिक कणांची देवाणघेवाण होते. या देवाणघेवाणीचं स्वरूपही 'कण इकडून तिकडे गेला' असं नसून 'मूळ दोन कणांतील शक्तीची पुनर्रचना' असं असतं. कण म्हणजे शक्तीचा गोळा हे लक्षात घेतल्यास ही गोष्ट समजायला अवघड जाऊ नये.

कणांशी अशा प्रकारची देवाणघेवाण होण्यासाठी मुळात दोन कण असले पाहिजेत असंही नाही असं आता

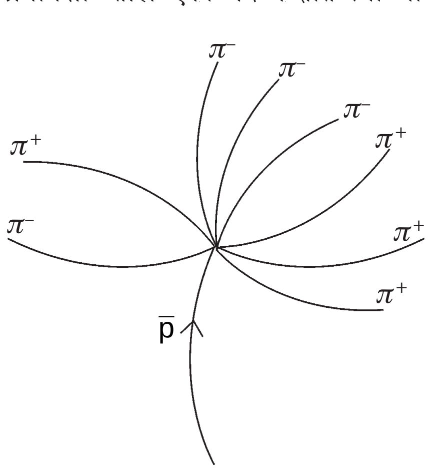


शास्त्रज्ञांना आढळलं आहे. उदाहरणार्थ, एखादा न्यूट्रॉनही त्याच्यातून पायॉन नावाचा कण बाहेर टाकतो, आणि नंतर थोड्याच वेळात (सेकंदाच्या लक्षांश/कोट्यांश भागात) तो पुन्हा स्वत:त सामावून घेतो. अशा प्रकारची क्रिया या विश्वातील प्रत्येक अणूच्या आत सतत चालू असते. न्यूट्रॉनमधील शक्तीची पुनर्रचना होऊन एक पायॉन बाहेर पडतो, आणि तो शोषून घेतला जाताना शक्तीची पुन्हा पुनर्रचना होते. अशा देवाण-घेवाणीला Self-interaction असं म्हणतात.

अथातो ब्रह्मजिज्ञासा

आणि याच्या पुढे जाऊन शास्त्रज्ञांना असं दिसून आलं आहे की, जिला 'पोकळी' म्हणतात. तिथे शक्ती असल्यानं, त्या पोकळीतून अचानकपणे काही कण साकार होताना दिसतात, आणि काही क्षणानंतर त्यांचा पुन्हा त्या पोकळीत लय होतो. पोकळी म्हणजे 'शून्यता' नसून असे असंख्य कण जिच्यातून निर्माण होतात व जिच्यात लय पावतात अशी एक चैतन्यपूर्ण गोष्ट आहे. तैत्तिरीय उपनिषदातील भृगुवल्लीचा परिचय तुम्हाला आहे का ? भृगू नावाचा एक लहान मुलगा आपल्या वरुण नावाच्या पित्याकडे जातो आणि 'ब्रह्म म्हणजे काय ते सांगा' असं म्हणतो. तेव्हा वरूण उत्तरतात : 'यतो वा इमानि भूतानि जायन्ते । येन जातानि जीवन्ति । यत् प्रयन्ति अभिसंविशन्ति । तद् विजिज्ञासस्व । तद् ब्रह्म इति ।' - ज्यातून ही सर्व भूतं उत्पन्न होतात, ज्यामुळे जगतात, आणि ज्याप्रत जाऊन ज्यात लय पावतात ते तू समजावून घे. तेच ब्रह्म आहे. आजचे पदार्थवैज्ञानिकही नेमक्या याच गोष्टीच्या संशोधनात मग्न आहेत. पोकळीचं संशोधन ही त्यांची एका प्रकारची 'अथातो ब्रह्मजिज्ञासा'च आहे!

विश्वात सर्वत्र असणाऱ्या पोकळीतून, तिथे असलेल्या 'शक्ती'तून अशा प्रकारे सतत कणांचा सृजन-संहार चालू असतो. हे कण अत्यंत अल्पजीवी असतात. अशा प्रकारे सुमारे २०० कण शास्त्रज्ञांना आजवर सापडले आहेत. मात्र हे कण खास तयार केलेल्या प्रयोगशाळेतच बघता येतात. भल्यामोठ्या, प्रचंड लांबीच्या प्रवगकात (accelerator) कणांना प्रचंड गती देण्यात येते आणि पुरेशी गती मिळाल्यावर प्रयोगशाळेतील एका बंद कक्षात त्यांच्या



टकरी घडवून आणल्या जातात. अशा प्रकारच्या टकरींच्या प्रयोगात (Collision Experiments) या कणांचं दर्शन आपल्याला होतं. उदाहरणार्थ या पानावरील आकृती पाहा. खालच्या बाजूनं एक प्रतिप्रोटॉन (Anti-proton, $\bar{p}$) वेगानं आला आणि बंद कक्षात असलेल्या एका प्रोटॉनवर आदळला. त्या टकरीतून मूळचे हे दोन्ही कण भंगले, त्यांच्यातील शक्ती बाहेर पडली आणि या शक्तीचं रूपांतर ८ कणांत झालं. या आठपैकी चार कण 'ऋण पायॉन' आहेत; तर चार 'धन पायॉन' आहेत. ऋणभारित कण घड्याळ काट्यांच्या दिशेत बाहेर पडलेले दिसतात; तर धनभारित कण घड्याळ-काट्याच्या उलट दिशेत बाहेर पडलेले दिसतात. काही अंतर पुढे गेल्यावर या अल्पजीवी कणांचं पुन्हा शक्तीत रूपांतर होऊन ते दिसेनासे झाले आहेत.

वैश्विक नृत्य

कणांचा हा सृजन-संहार जसा प्रयोगशाळेत हेतुत: आयोजित करता येतो, तसाच तो निसर्गातही सतत घडत असतो. पृथ्वीवर विश्वकिरणांचा (Cosmic-rays) सतत वर्षाव होत असतो. दूर अंतराळातून आलेल्या या प्रारणांच्या वातावरणातील हवेच्या अणूंशी टकरा होत असतात. या प्रत्येक टकरीच्या वेळी, त्या शक्तीतून असंख्य कणांची निर्मिती होत असते. यापैकी काही दुबळे कण लगेच विरून जातात, तर शक्तिवान कण पुन्हा

हवेतील अणूंवर आदळतात. ही प्रक्रिया काही कण पृथ्वीच्या पृष्ठावर येईपर्यंत चालू राहते. कणांच्या सृजन-संहाराचं हे ‘नृत्य’ आपल्या सभोवार आणि संपूर्ण विश्वातही सतत सुरू असतं. The Cosmic Dance' या प्रकरणात काप्रांनी प्रयोगशाळेतील टकरींच्या प्रयोगांच्या प्रकाशचित्रांसह, आणि आवश्यक तिथे रेखाकृतींच्या साहाय्यानं वरची सगळी माहिती दिली आहे.

कणांच्या सृजन-संहाराच्या या वैश्विक नृत्याची तुलना काप्रांनी शिवाच्या नटराजरूपातील नृत्याशी केली आहे. सर्व विश्वात असणारं चैतन्य नटराजाच्या मूर्तीत साकार झालेलं आहे. त्याच्या एका उजव्या हातात आहे सृजनाची कंपनं निर्माण करणारा डमरू; आणि त्याचं संतुलन साधलं आहे डाव्या हातातील संहारक अग्निशिखेनं! दुसरा उजवा हात ‘घाबरू नका’ असं सांगतो; अन् दुसरा डावा हात वर उचललेल्या डाव्या पायाकडे निर्देश करतो. हा डावा पाय मायेपासूनची अलिप्तता दाखवतो. उजव्या पायाखाली अज्ञानरूपी असुराला गाडून त्यावर शिवाचं हे लयबद्ध नृत्य चालू आहे! आणि हे सर्व करीत असताना तो त्यापासून अलिप्त आहे. त्याच्या मुखावर अपार्थीव शांतीचे भाव आहेत!

शिवाच्या या नृत्याविषयी भारतीय पुनरुज्जीवनाचे एक प्रणेते श्री. आनंद कुमारस्वामी म्हणतात : ‘जगचालकाच्या कार्याचं कलेत व्यक्त होणारं हे सर्वोत्तम, सुस्पष्ट असं चित्र आहे!’ आपल्या ऋषिमुनींना आध्यात्मिक साधनेतून ब्रह्माचं जे दर्शन झालं ते नटराजाच्या शिल्पाच्या रूपानं आजही आपण पाहतो. आजचं पदार्थविज्ञान विश्वातली ही सृजन-संहाराची अनुभूती वेगळ्या मार्गानं जाऊन घेत आहे. त्यांच्या दृष्टीनं नटराज शिवाचं नृत्य म्हणजे उपाणूकणांच्या सृजन-संहाराची विश्वभर अव्याहतपणे सुरू असणारी प्रक्रिया. सहस्रो वर्षांपूर्वी ही प्रक्रिया नटराजाच्या रूपात शिल्पबद्ध करणाऱ्या भारतीय कलाकारांपुढे विनम्र होत, भारावून जाऊन काप्रा म्हणतात, ‘नटराज हे जितकं काव्य आहे, तितकंच निखळ विज्ञानही!’

विवेकविचार, जानेवारी ९० मधून साभार.

लेखक : **दिलीप कुलकर्णी**

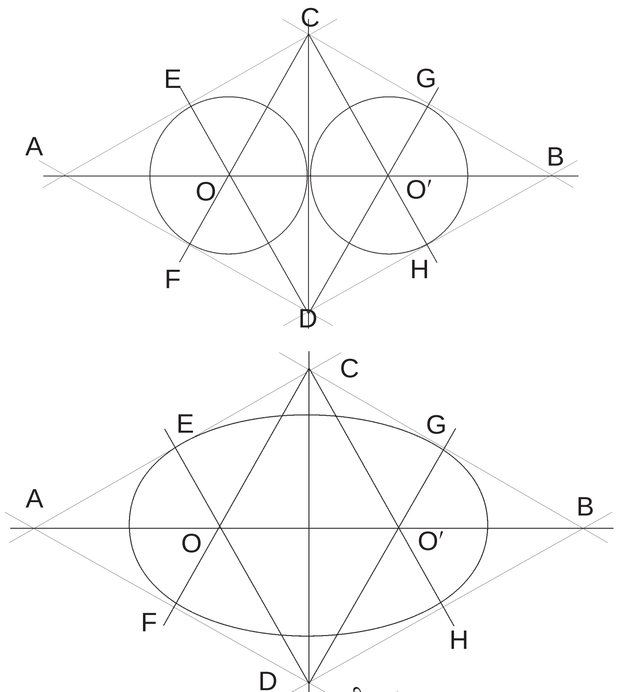
दापोलीजवळच्या कुडावळे येथे स्थायिक, पर्यावरणविषयक लेखन, गतिमान संतुलन नावाचे मासिक चालवतात.

रचना - दीर्घवर्तुळाच्या

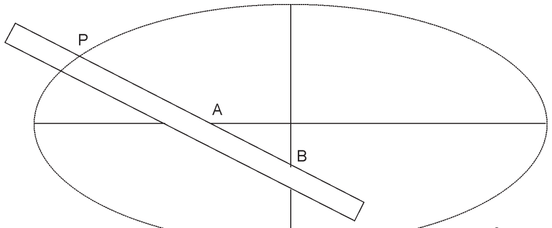
लेखक : नागेश मोने

शालेय पातळीवरील भूमितीत, अनेक छोट्या मोठ्या रचनांचा अभ्यास विद्यार्थी करतात. अर्थात, काही विशिष्ट पद्धत वापरुन, कंपासपेटीतील साहित्याच्या आधारे, या रचना कशा करायच्या याची जाण सामान्यतः त्यांना येते खरी; पण असे केल्याने असेच कसे घडते किंवा असे असे घडण्यासाठी असेच का करावयाचे याची जाण त्यांना बऱ्याच वेळा करुन दिली जात नाही. या लेखातही आपण काही आकर्षक रचना, ‘त्यातील गणित’ न पाहताच विचारात घेणार आहोत.

कंपासच्या साह्याने वर्तुळाची रचना कशी करतात याची कल्पना आपल्याला आहे. पण दीर्घवर्तुळाची (Ellipse) रचना कशी करतात ते आता पाहू. अर्थात त्यासाठी दोन समभुज त्रिकोणांनी बनलेला समभुज चौकोन विचारात घेऊ या. इथे आकृतीत त्रिकोण ACD व त्रिकोण BCD हे समभूज त्रिकोण घेतले आहेत.



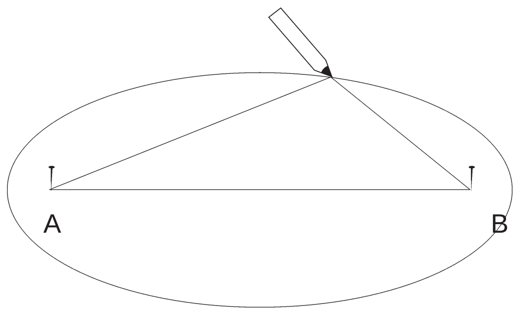
आकृती - १



आकृती - ३

कोणत्याही समभूज चौकोनातही दीर्घवर्तुळ कंपासच्या साह्याने काढता येते पण ते तितकेसे आकर्षक वाटत नाही. आकृतीत दाखविल्या-प्रमाणे CH आणि CF हे कोन C चे दुभाजक आहेत. DG आणि DE हो कोन D चे दुभाजक आहेत. DE व CF परस्परांना O मध्ये तर DG व CH परस्परांना O' मध्ये छेदतात. OE एवढ्या त्रिज्येने EF हा चाप काढा व O'G एवढ्या त्रिज्येने GH एवढा चाप काढा. DE एवढ्या त्रिज्येने EG एवढा चाप काढा व CH एवढ्या त्रिज्येने HF एवढा चाप काढा. एक सुरेख दीर्घवर्तुळ झालेले तुम्हाला आढळेल.

याशिवायही दीर्घवर्तुळ काढण्याची सोप रीत आहे. एका ठरावीक बिंदूपासून, एकाच पातळीत, समान अंतरावरील बिंदूंनी तयार होणाऱ्या बिंदूपथास आपण वर्तुळ म्हणतो. पण, दोन ठरावीक बिंदूंपासूनच्या अंतरांची बेरीज स्थिर असणाऱ्या बिंदूचा बिंदूपथ म्हणजे दीर्घवर्तुळ असते.



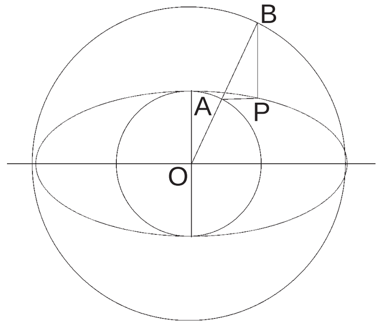
आकृती - २

आकृती दोन मध्ये दोन टाचण्या A आणि B या ठिकाणी, एका जाडसर कागदावर टोचलेल्या आहेत. एक दोरा A पाशी गुंडाळून व त्याचे दुसरे टोक B पाशी गुंडाळले आहे. दोऱ्यात पेन्सिल अडकवून, ती ताणून घेऊन पेन्सिल फिरवली असता दीर्घवर्तुळ तयार होते.

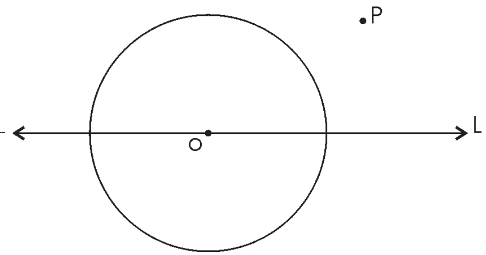
दीर्घवर्तुळ काढण्याची आणखी एक रीत माझ्या संग्रही आहे. ही रीत देखील दुसऱ्या रीतीप्रमाणे सोपी आहे. वर्तुळाचे व्यास समान मापाचे असतात हे आपल्याला ठाऊक आहे. पण दीर्घवर्तुळाचे बाबतीत मात्र परिस्थिती निराळी असणार हे उघड आहे.

एका अक्षाला दीर्घ अक्ष तर दुसऱ्या अक्षाला लघुअक्ष असे म्हणतात. एका कागदीपट्टीवर P, A आणि B असे तीन बिंदू घेतात. PA = लघुअक्षाची निम्मी लांबी तर PB = दीर्घअक्षाची निम्मी लांबी असायला हवी. आकृती ३ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे, पट्टी अशी

P



आकृती - ४



आकृती - ५

ठेवतात की, A दीर्घअक्षावर, B बिंदू लघुअक्षावर असेल. बिंदू P हा दीर्घवर्तुळाच्या परीघावर येतो. याप्रमाणे P बिंदूची स्थाने दर्शवून, मुक्तहस्ताने ते बिंदू जोडून दीर्घवर्तुळ तयार होते. आकृती३ पहा.

दीर्घवर्तुळ काढण्याची यापेक्षाही सोपी रीत हवी आहे का? अर्थात सोपी, अवघड हे सापेक्ष शब्द झाले. घटकाभर आपण आणखी एक रीत म्हणू या. आकृती ४ पहा.

इथे दीर्घअक्ष व लघुअक्ष दाखविला आहे. दोन्ही अक्षांच्या छेदनबिंदूला O असे नाव आहे. लघुअक्ष व्यास होईल असे एक वर्तुळ काढा. केंद्रबिंदू O हाच घ्या. दीर्घअक्ष व्यास होईल असे वर्तुळ,O केंद्रिबिंदू घेऊनच, काढा. दोन्ही वर्तुळे समकेंद्री वर्तुळे होणार. केंद्रबिंदू O मधून पहिल्या वर्तुळाला A मध्ये व दुसऱ्या वर्तुळाला B मध्ये छेदणारी रेषा काढा. A मधून दीर्घअक्षाला समांतर व B मधून लघुअक्षाला समांतर रेषाखंड काढा. हे दोन्ही परस्परांना जिथे मिळतील तो बिंदू P म्हणा. असे अनेक बिंदू मिळवा. हे सारे मुक्तहस्ताने जोडले की दीर्घवर्तुळ तयार.

दीर्घवर्तुळ काढण्याच्या आणखी २ पद्धती मला ठाऊक आहेत. कुण्या वाचकाला यात रस असल्यास त्यांना त्या रिती स्वखर्चाने (ही) कळविण्यात मला आनंद वाटेल.

जाताजाता एक छोटा प्रश्न :

आकृती ५ मध्ये एक O केंद्र असणारे वर्तुळ दाखविले आहे.

वर्तुळाच्या बाहेर बिंदू P आहे. P मधून रेषा OL वर लंब काढा.

अट अशी : कंपासचा वापर करावयाचा नाही. निदान पट्टी? ती चालेल.

या प्रश्नाचे उत्तर पाठविणाऱ्यांना एक अल्पशी पण महत्वाची भेट मिळेल.

लेखक : **नागेश मोने**
द्रविड हायस्कूल वाई येथे गणित व विज्ञान शिकवतात. विज्ञान वाचनालय चालवितात.

जडण - घडण

शिक्षणाच्या आनंदवाटेवरचा हवाहवासा साथीदार !

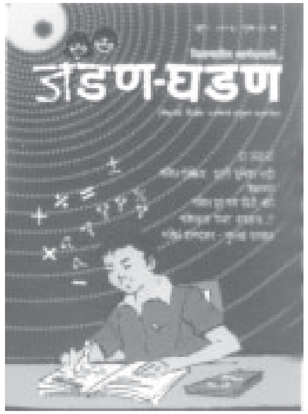
माणसाला आपल्या संदर्भातील प्रत्येक गोष्ट आनंददायी.... आनंददायी अशीच हवी असते. आपली ही मूलभूत प्रेरणा विचारात घेता मुलांच्या आयुष्याची जडणघडण (वा मोडतोडही) करणारी शिक्षण प्रक्रिया ही सुद्धा मुलांच्या दृष्टीनं आनंद देणारीच हवी हे कोणीही मान्य करील. ‘ शिक्षण म्हणजे आनंदक्षण अनुभवणं’ किंवा शिकणं म्हणजे असह्य छळवाद’ अशी कोणतीही भावना मुलांच्या मनात निर्माण होण्यामध्ये पालक, शिक्षक आणि मुलांचे स्वभाव, दृष्टि, वागणं यामुळे घडणारा सुसंवाद वा विसंवाद कारणीभूत असतो. अर्थात भोवतालची परिस्थिती, वस्तुस्थिती कशीही असली तरी प्रत्येक मूल शिकलं - समर्थ झालंच पाहिजे ही काळाची गरज आहे. प्रत्येक मुलाचा तो हक्कही आहे.

मुलांच्या सर्वांगीण विकासासाठी प्रयत्नशील राहून पालक-शिक्षकांच्या दृष्टिकोनाला २१ व्या शतकाकडे नेणारं ‘जडण-घडण’ नावाचं एक नवं शिक्षणविषयक मासिक’ गेल्या दोन वर्षांपासून पुण्यातून सुरू झालंय. विचार करणारा, नव्या जगाचं, शिक्षणातील वेगवान क्रांतीचं बदललेल्या शाळेचं स्वप्न पाहणारा प्रत्येक जण या ‘पालक, शिक्षक, विद्यार्थ्यांचा संयुक्त व्यासपीठा’ चा सभासद होऊ शकतो.

बदलता काळ, परिस्थिती, मुलांच्या बदलत्या वृत्ती लक्षात घेऊन पालक-शिक्षकांचा मुलांशी कसा संवाद हवा, त्यांचे परस्पर संबंध कसे असावेत, कुणाच्या कुठल्या वृत्ती-प्रवृत्ती, चुकांना कसा पायबंद घालायला हवा ? याची नेमकी मेख सांगणारं ‘जडण-घडण’ मधलं ‘नवी पालकनीती’ हे सदर वाचकांच्या पसंतीला उतरलेलं आहे. शिक्षणविषयक लेखन करणाऱ्या, शिक्षणातल्या विविध प्रयोगांनी प्रख्यात असलेल्या, मानाचे अनेक पुरस्कार प्राप्त झालेल्या दापोलीच्या लेखिका आणि मुख्याध्यापिका अणू दांडेकर यांचं हे सदर ‘जडण-घडण’च्या प्रत्येकच अंकात असतं. सोप्या भाषेत दरवेळी एका नव्या विचाराचा दिवा हे सदर मनात लावून जातं.

जडण-घडण : सह्याद्री प्रकाशन	१०१, सी, आतिष कॉम्प्लेक्स, शिवपुष्प पार्कमागे,
वार्षिक वर्गणी : रुपये २००/-	आनंद नगर, सिंहगड रोड, पुणे - ४११ ०५१

शहरातले जागरूक पालक मुलांकडे नको इतकं लक्ष, नको इतक्या सुविधा आणि सूचना देताना दिसतात तर खेडोपाडी मुलांकडे जाणीवपूर्वक लक्ष द्यायला पालकांना सवडच नसल्याचं, तिथली मुलं शाळा नावाच्या एका इमारतीत जमेल तेव्हा जात असल्याचं चित्रही दिसतं. ही दोन्ही चित्रं बदलायला हवीत, हे विचार, यातल्या शक्याशक्यता ‘जडण-घडण’ मधून सातत्यानं समोर आणल्या जातात.



गड-किल्ले, विविध प्रदेशांची सचित्र माहिती देणं, डॉ. आनंदीबाई जोशी, डॉ. राधाकृष्णन्, डॉ. जे.पी. नाईक यांच्यासारख्या नामवंत कर्तृत्त्ववान व्यक्तींची ओळख करून देणं यामुळे इतिहासातून जसा फेरफटका होतो तशाच पद्धतीनं ‘भारत महान आहेच’ (डॉ. रघुनाथ माशेलकर), पन्नाशीच्या उंबरठ्यावरील महाराष्ट्र, कुष्ठरोग निर्मूलनाच्या अखेरच्या टप्प्यावर, आयुष्याच्या ‘सी.इ.टी.’ला सामोरं जाणारं शिक्षण मिळेल ? (सागर देशपांडे), मुली हरवू लागल्या (डॉ. वर्षा पाध्ये) अशा लेखांतून आणि अनेक छोट्या-छोट्या ‘टिपणां’मधून वर्तमानाचं चित्रंही माहीत होतं. भविष्यकाळाचा वेध घेणारे तज्ज्ञांचे लेख ही तर अभ्यासूंसाठी पर्वणी असते. ‘जडण-घडण’ मधलं ‘शिक्षणवार्ता’ हे सदर दर महिन्यातील शैक्षणिक घडामोडींबद्दल अद्ययावत ठेवतं. शिवशाहीर बाबासाहेब पुरंदरे यांच्या आठवणींच्या माध्यमातून त्यांचं जीवनचरित्र शब्दांकित करणारं सागर देशपांडे यांचं ‘बेलभंडारा’ हे ‘जडण-घडण’चे एक वैभवशाली सदर गेले वर्षभर नियमितपणे प्रसिद्ध होत होते. आबालवृद्धांना प्रेरणा देणारं हे सदर आवडल्याच्या अनेक प्रतिक्रिया अजूनही येत असतात. यावर्षीच्या दिवाळी विशेषांकापासून बाबासाहेबांचीच ‘शेलारखिंड’ ही ऐतिहासिक कादंबरी ‘जडण-घडण’ मधून क्रमशः पुनप्रकाशित होऊ लागली आहे. पुणे जिल्ह्याच्या मावळखोऱ्यातील ही प्रेमकथा आणि साहसकथा कुटुंबातील साऱ्यांनाच आनंददायी वाचनाचा अनुभव देणारी आहे.

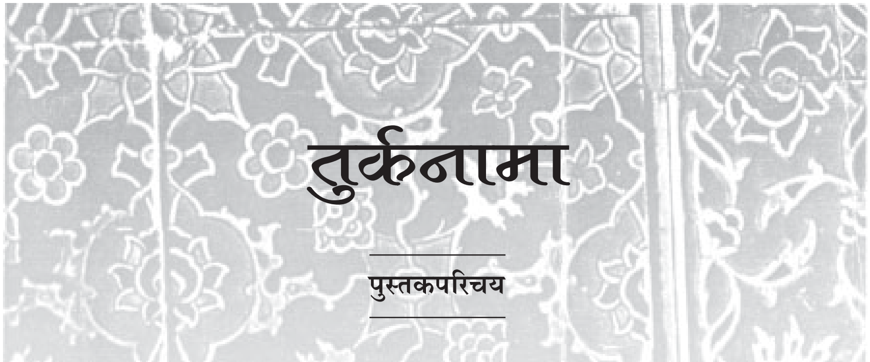
‘जडण-घडण’ मधून मुलांच्या शारीरिक विकासासाठी ‘आरोग्याचा मंत्र’, आहारविषयक मार्गदर्शक, व्यायामखेळ, योगासनांचीही माहिती दिली जाते. तसंच व्यक्तिमत्त्व विकासासाठी संगणकाचा उपयोग, इंग्रजी भाषेचा सराव, आपला देश आणि परिसर याची माहिती, पर्यावरण जागृती, उद्योजकता विकास, आर्थिक

प्रश्नांचा अभ्यास याबाबतचे मान्यवरांचे लेखही यात असतात. पाठांतराचा सराव, वाचनवेग वाढवणं, स्मरणशक्ती वाढवणं, हस्ताक्षर सुधारणं, संभाषण कौशल्य या बद्दलच्या टिप्स, शास्त्रज्ञ, समाजसुधारक, साहित्यिक, खेळाडू या प्रेरणादायी व्यक्तींचा परिचय, राष्ट्रीय दिन, सामाजिक सणांचं महत्त्व हे विद्यार्थ्यांच्या कौशल्यात आणि माहितीत भर टाकतं.

'मुलांवर ताण असतात, असू शकतात' याबद्दल तज्ज्ञांचं मार्गदर्शन, मुलांच्या स्वाध्यायात मदत करणारी 'भूमिती ट्युटर' सारखी अभ्यास साधनं, पालक-शिक्षक-विद्यार्थ्यांच्या दृष्टीकोनात बदल घडवून आणणारा नवा विचार देत अनुभवात भर घालणाऱ्या पुस्तकांचा परिचय अशा विविधतेने सुसज्ज असणारा 'जडण-घडण' मासिकाच्या स्वरूपात दर महिन्याला वाचकांसमोर येतो. या वैचारिक साहित्याबरोबरच मुलांचं मनोरंजन करणाऱ्या, भावनांना साद घालणाऱ्या साहसकथा, बोधकथा, नाट्यछटा, कविता, विनोद यांची उपस्थिती अंकात असतेच. मुलांच्या जिज्ञासेमध्ये वृद्धी करणारं तसंच जिज्ञासापूर्ती करणारं 'कुतूहल' हे सदर, विज्ञानदृष्टी निर्माण करून नवं काही करून पाहण्यासाठी उद्युक्त करणारं 'आपण हे करून पाहू या' हे सदर अशी अनेक सदरं मुलांच्या जाणिवा विस्तारित करतात.

'जडण-घडण'चा यावर्षीचा (२००६) दिवाळी विशेषांक म्हणजे जणू एक नामवंतांचे 'साहित्य संमेलन'च भरल्यासारखे वाटते. प्रा.ग.प्र.प्रधान, डॉ. रघुनाथ माशेलकर, डॉ. अरूणा ढेरे, प्रवीण दवणे, डॉ. आनंद यादव, अभिनेत्री मृणाल कुलकर्णी आणि निशिगंधा वाड, 'मृत्युंजय'कारांच्या पत्नी मृणालिनी सावंत, दत्तप्रसाद दाभोळकर, डॉ. वीणा देव, डॉ. विजय भटकर, डॉ. विजया वाड, डॉ. अनिल अवचट, अणू दांडेकर, ग.दि. माडगूळकर यांचे सुपुत्र आनंद माडगूळकर, अणू गावस्कर, महाराष्ट्राचे सांस्कृतिक सचिव भूषण गगराणी, राज्यपालांच्या उपसचिव सौ. अश्विनी भिडे, प्रसिद्ध लेखक, वक्ते आणि माजी आय.ए.एस. अधिकारी अविनाश धर्माधिकारी, साहित्य अकादमी पुरस्कार प्राप्त लेखक डॉ. राजन गवस, भा.द. खेर, गायिका बेला आणि सावनी शेंडे, बाबा आमटे आणि आनंद कर्वे यांच्या कार्याविषयीचे लेख तसेच पु.ग. वैद्य, राजीव तांबे, माधव गवाणकर, जगदीश खेबुडकर अशा अनेक मान्यवरांचा या दिवाळी विशेषांकामध्ये सहभाग आहे.

लेखक : स्वाती प्रभूमिराशी



तुर्कनामा

पुस्तकपरिचय

तुर्कनामा - मीना प्रभूंनी लिहिलेलं हे पुस्तक अगदी नुकतं म्हणजे दोन महिन्यांपूर्वी प्रकाशित झालं. या वर्षीच्या दिवाळी पुस्तकखरेदीमधे त्याचा लाभ झाला. 'माझं लंडन' या त्यांच्या पहिल्या पुस्तकानंतर एक दोन पुस्तकं सोडून पुढची सलग सहा पुस्तकं म्हणजे प्रवास वर्णनं आहेत. एकेका देशाचा अतिशय उल्हास. आनंदानं बागडत केलेला हा प्रवास आहे.

'माझं लंडन' वाचलं होतं तेव्हाचा अनुभव आठवत होता. आपल्याच शाळेतली एखादी मैत्रीण डॉक्टर झाल्यानंतर लंडनला राहायला गेली असावी आणि नंतर भेटल्यावर तिच्या सगळ्या अनुभवाबद्दल सांगत असावी असं गळ्यात हात टाकणारं हे पुस्तक. नंतरच्या पुस्तकांची परीक्षणं वाचण्यात येत होती पण प्रत्यक्ष ही पुस्तकं काही आवर्जून वाचली गेली नाहीत. एकापाठोपाठ एकेक प्रवासवर्णनच वाचायचं की काय - असं वाटलंही असेल. पण तुर्कनामा अगदी नवंनवं हातात आलं. पुस्तक चाळताना त्यातल्या छायाचित्रात अगदी प्राचीन वास्तू, चित्रे, शिल्पे दिसली. त्यामुळे सध्या संदर्भमधून चालू असलेल्या कलेचा इतिहास या लेखमालेतले अनेक संदर्भही आठवले.

अगदी सुरुवातीलाच त्यांनी तुर्कस्थानच्या संपूर्ण इतिहासाचा कालपट दिलेला आहे. संपूर्ण म्हणजे जेव्हा हा देश 'तुर्कस्तान' नावानं ओळखलाही जात नव्हता तेव्हापासूनचा. अगदी पहिल्या मानवी वसाहतीचे अवशेष इथे सापडले तेव्हापासूनचा इ.स.पू. ६५०० पासून ते गेल्या वर्षी तुर्कस्तानची युरोपियन युनियन मधे सामील होण्याची खटपट सुरू झाली, तिथपर्यंतचा. त्यामधे आपल्याला माहीत असलेले भाग म्हणजे होमरच्या इलियड मधील ट्रॉय युद्ध, राजा मिडासची कारकीर्द,

तुर्कनामा : मौज प्रकाशन लेखक - **मीना प्रभू** किंमत रु. २५०/-

पार्शियन साम्राज्य, राजा अलेक्झांडर व नंतर रोमन साम्राज्याचा काळ. हे सगळे. इ.स.पू. काळातले. इसवीसनानंतरचा इतिहास म्हणजे बायझंटाइन साम्राज्य, आय्या सोफियाची बांधणी, कॉन्स्टॅन्टिनोपलचा इतिहास. पुढे इस्तन्बूल मधे नामांतर आणि ऑटोमन सुलतानशाहीनंतर पहिल्या महायुद्धातले गॅलिपोली इथले रणकंदन, केमाल पाशाने केलेली नवरचना व पुढे सध्याच्या परिस्थितीपर्यंत.

हे सगळे भाग आपण कधीतरी इतिहासात येऊन गेलेले मुद्दे आणि त्या त्या काळातल्या कलेच्या, चित्रं-शिल्पांच्या छायाचित्रांच्या आठवणींपुरतेच लक्षात ठेवलेले असते. पण मीना प्रभुंबरोबर तुर्कस्थानच्या प्रवासाला निघालं की हा सगळा इतिहास जिवंत होत जातो. आपण त्यांच्याबरोबर ग्रीसमधून निघून इस्तन्बूलला पोचतो.

तो प्रवास, त्याआधी व्हिसा मिळवणं त्यासाठी रांगा लावणं हे सगळं प्रत्यक्षात अनुभवायला लागतो. पुन्हा हा सगळा प्रवास केवळ 'दिसेल ते' किंवा 'दाखवतील तेवढं पाहण्यासाठी नसतो, तर काय पाहायचं हे आधीच अभ्यासून ठेवलेलं असतं. तिथला इतिहास-भूगोल-राजकारण आणि समाजही. सुरवात करताना तुर्कस्तानबद्दलचा हा परिच्छेद पहा. याच्यापाठोपाठ तुर्कस्तानचा बाजूच्या देशांसह नकाशा पाहायला मिळतो आणि आपला प्रवास चालू होतो.

जगातली सर्वात जुनी, साडेआठ हजार वर्षांपूर्वीची मानवी वसाहत तुर्कस्तानमधे सापडली आहे.

सर्वश्रेष्ठ ग्रीक कवी होमर आणि आद्य इतिहासकार हिरोडोटस दोघेही इथं जन्मले. ज्यूलिअस सीझरनं 'आलो, पाहिलं आणि जिंकलो' हे जगप्रसिद्ध उद्‌गार काळ्या समुद्राच्या काठी काढले. अँटनीनं आपल्या लाडक्या क्लिओपॅट्राला इथल्या पश्चिम किनाऱ्याचा काही भाग लग्नात आंदण दिला होता. भूमध्य समुद्राचा हा सर्वात सुंदर किनारा म्हणून!

अलीकडच्या काळातलं बोलायचं झालं तर सोळाव्या शतकात बॉस्फरवर पूल बांधून युरोप आशियाला जोडण्याची इटलीच्या लिओनार्दो दा व्हिंचीची महत्त्वाकांक्षा होती, पण ती सफल व्हायला विसावं शतक उजाडावं लागलं. सतराव्या शतकात व्हिएन्नाला लढाई हरल्यावर ऑटोमन शिपायांनी कॉफीची पोती वेशीत टाकून पळ काढला. परिणाम? युरोपिअन कॉफी प्यायला शिकले! एकोणिसाव्या शतकात लेडी मॉन्टेग्यूच्या मुलाला तुर्की डॉक्टरांनी देवीच्या आजारातून वाचवला. त्या रोगाची प्रतिबंधक लस तिनं प्रथम युरोपात आणली. (हे श्रेय डॉ. जेन्नरलाही देतात.) सुप्रसिद्ध परिचारिका फ्लॉरेन्स नाइटिंगेल इस्तंबूलच्या हॉस्पिटलमध्ये काम करत होती आणि युरोपमध्ये दह्याला 'योगर्ट' कां म्हणतात माहीत आहे? कारण तो तुर्की शब्द तुर्की दह्याबरोबर युरोपमधे आला म्हणून.

या ऐतिहासिक धाग्यांसमवेत या देशाचा अप्रतिम निसर्ग सामोरा आला. रूढी-परंपरांतून साम्राज्यकालीन तुर्कस्तान उभा ठाकला. जगात पाहण्याजोग्या देशांमधे त्याचा क्रमांक फार वरचा लागेल. ग्रीकांवर ज्या विविध सत्तांनी राज्य केली त्यांनीच आगेमागे तुर्कस्तानही नमवला. त्यामुळे ग्रीक, बिझेन्तिन, रोमन, अरब, व्हेनिशिअन, स्लाव्ह आणि अखेरीस ऑटोन अशी तीच राज्यकर्त्यांची माळका इथं येऊन गेली. अखेरीस ऑटोमनांकडून तुर्की मुसलमानांकडे सत्तान्तर झाल्यानं कडव्या मुस्लिम परंपरा तशाच पुढे चालू राहिल्या. पण आतातुर्कच्या अंमलाखाली या देशानं अगदी वेगळं वळण घेतलं. तो सर्वसामान्य मुस्लिम देशांहून वेगळा झाला. त्याचं नवं दर्शनही इथं आलेलं आहे.

हा सगळा प्रवास प्रत्यक्ष तुर्कनामा स्वत:च वाचून तुम्ही करावा असं आग्रहाचं सांगणं आहे.

पण अगदी रहावत नाही म्हणून मीना प्रभुंनी केलेल्या तीन पुराणकथावरच्या टिप्पणीबद्दल मात्र इथे देत आहे.

१. राजा मिडास

अंकारानजिकच्या प्रदेशात अडीच-तीन हजार वर्षापूर्वी फ्रिजियन लोक राहत होते. त्यांचा राजा मिडास किंवा मायडास. ग्रीक पुराणांतल्या त्याच्या सुविख्यात कथेमुळे त्याचा-आपला परिचय आहे. तो सोन्याचा खूप लोभी. एकदा मदिरा-देव दायोनिसोस मिडासवर प्रसन्न झाला. त्यानं त्याला वर मागायला सांगितलं. या खुळ्यानं 'मी हात लावीन ती वस्तू सोन्याची व्हावी' असा हावरा वर मागितला. देवानं हसून तथास्तु म्हटलं. राजाचा हर्ष गगनात मावेना. त्यानं राजावड्याच्या भिंतीना, दारा-खिडक्यांना, फर्निचरला, भांड्याकुंड्याना हात लावला. सगळी सोन्याची होऊन झगमगायला लागली. राजाला हर्षवायू व्हायची पाळी आली.

हा आनंद जेवायला बसेपर्यंत टिकला. कारण अन्नाला शिवलं की हाती सोन्याच्या चिपा आणि पाण्याचा घोट घेतला की तोंडात सोन्याचा रस. भुकेनं आणि तहानेनं तडफडून आपण मरणार हे त्याच्या लक्षात आलं तरी त्याचं आधाशीपण संपेना. तितक्यात तिकडून त्याची मुलगी धावत आली. तिचा पापा घेण्यासाठी यानं तिला कवळली तर ती झाली सोन्याची पुतळी!

तेव्हा आपला तद्दन मूर्खपणा लक्षात येऊन त्यानं देवाचा धावा केला आणि वर परत घ्यायची विनंती केली. देवानं त्याला

'पाक्तोलुस' नदीत आंघोळ करायला सांगितलं. राजानं लगेच नदीत उडी घेतली. त्याचा परिसस्पर्श नाहीसा झाला. नदीचं पाणी शिंपडल्यावर पोरगीही जागी झाली. तेव्हापासून आजपर्यंत त्या नदीत सोनं सापडतं.

सोनं सापडतं ही वस्तुस्थिती. तिच्यावरून सुवर्णप्रतिभेच्या कुणा बोरुबहाद्दरानं असली सोनवर्खी कथा घडवली!

खरी गोष्ट अशी की हे फ्रिजियन लोक मूळचे उत्तर ग्रीसचे राहणारे. प्राचीन काळी त्यांनी पूर्वेकडे फ्रिजियामधे स्थलांतर केलं. त्यांची संस्कृती ग्रीकांच्याही आधी नावारूपाला आली. फ्रिजियन साम्राज्यानं लोकर, लाकडी फर्निचर आणि धातूची चमकदार भांडी यांच्या व्यापारात खूप पैसा केला. कडेकोट बंदोबस्ताखाली त्यांची राजधानी अंकारापासून साठ मैलांवर गॉर्डिऑन इथं होती. ती तर ग्रीकांच्या नगराहून सवाई सुंदर. मिडासचा बाप गॉर्डिअस यानं ग्रीकांशी सामोपचाराचं धोरण ठेवून शांतता राखली होती. तो देल्फीच्या ओरॅकलला भविष्य विचारायला जाई. त्याला सुवर्णसिंहासनासारख्या घसघशीत देणग्याही पाठवत असे. आद्य इतिहासकार डिरोडोटसनं त्यांचं वर्णन केलेलं आहे. स्वत: मिडासनं हेच धोरण पुढे चालू ठेवलं होतं.

पण ग्रीकांना त्याच्या वैभवाचा हेवा वाटे. त्यांनी मिडासला रानटी 'बार्बेरिअन' ठरवून आपल्या पुराणात त्याची कुचेष्टा केली. त्यांच्या सोन्याच्या वेडाबद्दल सांगायचं तर फ्रिजियन कारागीर तांब्याच्या भांड्यावर सोनेरी मुलामा चढवण्यात कुशल होते. रोजच्या वापरात अशी सुवर्णपात्र असतं. ग्रीक व्यापाऱ्यांना ती खऱ्या सोन्याची वाटली. कदाचित त्यामुळेच फ्रिजियनांच्या अफाट संपत्तीच्या आणि सुवर्णलोभाच्या कथा पसरल्या. मिडास प्राचीन जगातला सर्वात श्रीमंत माणूस ठरला.

समर संगीत

समर संगीत बँडवर वाजवून त्यांचा युद्धमोहिमेमधे समावेश जगात तुर्कांनी प्रथम केला. संगीतकारांना मोहिमांवर नेऊन त्याचा समर जीवनाशी अतूट मेळ प्रथम ऑटोमन सुलतानांनी घातला. त्यातून सैनिकांना शाबासकी आणि शत्रूला धडकी असं दोन्ही साधे. नवं शहर काबीज केलं की आत जाणाऱ्या मिरवणुकीमधे रणवाद्य वाजवत हा बँड पुढे असे. ताशावरची एखादी फेर, नगाऱ्यावरची जोरदार टिपरी किंवा झांजांचा झणत्कार झाला की नागरिक दचकून उठत. आपल्याला आता वेगळ्या संस्कृतीशी हातमिळवणी करावी लागणार आहे हे त्यांना आपोआप समजून येई. या बँडचा प्रभाव युरोपभर पडला. युरोपियन शास्त्रोक्त संगीतावरही त्याचा जोरदार परिणाम झाला. मोझार्ट, बीथोव्हन यांनी लिहिलेलं आहे की या बँडच्या सुरावटीवरून आम्हाला अनेक रचना सुचल्या.
कशातून काय निघेल हे कधीच सांगता येणार नाही. तरी तो बँड आपल्या लग्नांमधे कसा घुसला हे गूढ उकलत नव्हतं.

परंतु १८०१ साली विल्यम लोक नावाचा इंग्लिश प्रवासी या डोंगराळ भागातून जात असताना, उंच खडकावरचा एक दरवाजा आणि त्यावर लिहिलेली ग्रीक अक्षरं त्याला दिसली. त्यानं ती वाचली. 'राजा मिडास करता'. तेव्हा या नावाचा खरा मनुष्य आणि फ्रिजिया हा खरा देश असावा असं त्याला वाटलं.

पुढे १९५७ मधे रॉनी यंग नावाच्या संशोधकाला एका टेकडीखाली सर्वात जुनं लाकडी बांधकाम असलेलं थडगं, त्यामधे पासष्ट वर्षे वयाच्या माणसाचा सांगाडा सापडला. मृत्यू विषामुळे झाला आहे हे नंतर सिद्ध केलं गेलं.

तीन हजार वर्षांपूर्वीचं फर्निचर त्यावरचं उत्कृष्ट प्रतीचं सोन्याचांदीचं काम तिथल्या म्युझियममध्ये मांडलेलं आहे. थडग्यात शुद्ध सोन्याची खूपशी भांडीही सापडली. त्यातल्या पुष्कळशा भांड्यांवर स्वस्तिकं रेखलेली आहेत.

२. सांताक्लॉज

डेमरे या ठिकाणच्या सेंट निकलसचं कथीड्रल पाहताना त्यांनी लिहिलं आहे.

'हां, हा आपल्या ओळखीचा माणूस. फक्त सारं जग त्याला 'सांताक्लॉज' म्हणून ओळखतं. एकूण क्रिश्चन संतापैकी हा सर्वांत प्रसिद्ध आणि सर्वांत लाडका. पण तो तुर्की होता हे फार थोड्यांना माहीत असतं. डेमरेमधे तो इसवी सन ३००मधे जन्मला. असं सोप्या सालांवर जन्मून किंवा मरून शाळकरी पोरांच्या इतिहासाची सोय बघणारे महात्मे मला फारच आवडतात. तर हा एका सधन घरात जन्मलेला मुलगा. लहानपणापासून त्याचा धर्माकडे ओढा

होता. त्यानं स्वत:ला चर्चला वाहून घेतलं. तो पुढे बिशप झाला. साधूवृत्तीचा ममताळू माणूस. २५ डिसेंबरला येशूजन्माला दिवस साजरा करताना त्याला, तो साजरा न करता येणाऱ्या गरीबांची कीव यायची. आदल्या रात्री निजानीज झाली की गावभर फिरून कुणाच्या दारी सफरचंद तर कुठे केक अशा छोट्यामोठ्या भेटी तो गुपचूप ठेवून द्यायचा. ख्रिसमसच्या सकाळी हा अमोल ठेवा लोकांना गवसायचा. गावातल्या कुणा मुलीचं लग्न पैशाविना अडलेलं असलं की पैशाची थैली घरावरच्या धुरांड्यामधून हळूच खाली सोडायचा. ही स्वर्गीय मदत अगदी वेळेवर यायची. पण हा उदार दाता कोण याचा कधी पत्ता लागत नसे. त्यामुळे देवदूतच आपल्या अडचणी निभावतो असं सगळ्यांना वाटे.

वीस वर्षं असं चाललं. मग एकदा कुणा वात्रट टोळीनं रात्रीची पाळत ठेवून हा दाता 'चोर' पकडला. देवदूताच्या जागी माणूसच निघाला. चोरीऐवजी तो उपकार करताना सापडला. मग त्याला संतपण चिकटलं. त्याचबरोबर असंख्य आख्यायिकाही चिकटल्या.

एकदा या भागात मोठा दुष्काळ पडला. लोक भुकेनं मरू लागले. त्या वेळी जवळचं मिरा बंदर चालू होतं. तिथून धान्याच्या बोटी जायच्या. बोटीच्या कप्तानाकडे लोकांनी मदत मागितली. राजाला कर म्हणून धान्य नेत असल्यानं त्यांन ती नाकारली. तेव्हा सेंट निकलसनं जाऊन त्याला विनवलं. त्याचं ऐकून कप्तानानं धान्य दिलं, नंतर घाबरत तो बोट घेऊन राजाकडे गेला आणि पाहतो तो काय, सगळ्या कणग्या शिगोशीग भरलेल्या. या कथेनंतर निकलस नाविकांचा आणि गरीबांचा वाली मानला गेला. तो वारल्यानंतर त्याला इथं पुरला. कुमारिकांचा त्राता संत म्हणून त्याच्या नावानं इथं चर्च बांधलं गेलं. पुढे रशियानं त्याला आपला पाठीराखा संत मानलं. त्याची कीर्ती जगभर पसरली.

३. इलियड आणि ट्रॉय

होमर कवीनं रचलेलं सुप्रसिद्ध काव्य इलियड. इ.स.पू. बाराव्या शतकात घडलेल्या ग्रीक आणि ट्रोजन या दोन राज्यांमधे दहा वर्ष चाललेल्या युद्धाच्या इतिहासावर हे महाकाव्य रचलेलं आहे. लढाईनंतर ५०० वर्षांनी रचलेल्या या काव्यामधे महाभारतासारखेच मानवी स्वभाववैशिष्ट्ये, नात्यांची गुंतागुंत आणि व्यामिश्र वागण्याचं बारकाईनं वर्णन केलेलं आहे.

एका राणीसाठी, हेलनसाठी हे युद्ध झालं. ट्रॉयची तटबंदी उघडण्यासाठी इथे एका लाकडी घोड्याची युक्ती केली गेली असं हे काव्य आहे. या काव्यावर भाळलेल्या श्लीमन नावाच्या जर्मन संशोधकानं १८७१मध्ये 'खरं' ट्रॉय शोधण्यासाठी इथे उत्खनन केलं. त्या सगळ्या संशोधनाची कथा या पुस्तकात सांगितली आहे. त्या सगळ्या पुराणकथांच्यामधून खऱ्या इतिहासाचाही फार सुंदर वेध घेतला आहे. त्यातील हा थोडा भाग –

आम्हाला जवळच्या उत्खनन केंद्रात नेऊन तिथल्या एका नकाशावर बोट ठेवून त्याचं स्पष्टीकरण देत मुस्ताफा म्हणाले, ''हा नकाशा पाहा. श्लीमानला ट्रॉय सापडलं. पण ते एकच नसून एकाखाली एक अशी ही नऊ शहरं आहेत हे त्याच्यानंतर आलेल्या प्राचीन वास्तुतज्ज्ञांनी नीट उत्खनन केल्यावर उजेडात आलं.''

''ही तटबंदीची रेषा पहिल्या ट्रॉयची.'' ''ताम्रयुगात म्हणजे सुमारे पाच हजार वर्षांपूर्वी प्रथम इथं वस्ती झाली. तिचं कारण अर्थात समुद्र. त्या वेळी ट्रॉय हे बंदर होतं. ह्या तटबंदीचं फारसं काही उरलेलं नाही पण सबंध तुर्कस्थानमधली ही पहिली म्हणून तज्ज्ञांना तिचं महत्त्व वाटतं. त्या काळच्या इतर नगरांना अशा तटाची गरज भासत नसे पण दार्दानेलच्या मुखाशी असल्यानं ट्रॉयवासीयांना तो अत्यावश्यक होता. येणाजाणाऱ्या प्रत्येक जहाजाचा ट्रॉयवर डोळा असे. आपल्याला फक्त एकच ट्रोजन युद्ध माहीत आहे. कदाचित ते त्यातलं सर्वांत मोठं असल्यानं त्याची कीर्ती आपल्यापर्यंत पोहोचली असेल पण त्याच्या आधी आणि नंतर इथं भरपूर युद्ध झालेली आहेत.

हेलन ही नुसती सबब. खरी कारणं राजकीय होती. ट्रॉय जिंकायचं आणि दार्दानेलवर ताबा ठेवायचा मूळ हेतू. त्यासाठी सबंध ग्रीक राष्ट्र दहा वर्ष झगडत होतं. तुम्ही गॅलिपोली पाहिलंत का? ते युद्ध दार्दानेलच्या दुसऱ्या बाजूला खेळलं गेलं पण कारण तेच.

''हा तट सहाव्या ट्रॉयचा. राजा

जलसंमोहन - पामुक्कले

प्रिआमच्या काळातला म्हणजे इसवी सन पूर्व तेराव्या शतकातला आहे. त्यामुळे याची ही अशी ओबडधोबड दगडी बांधणी. याच्या भिंती सरळ बांधलेल्या नाहीत. आतमधे झुकणाऱ्या, तिरक्या आहेत. खाली जाड. वर निमुळत्या. त्या भूकंपापुढे जास्त तग धरतात. रुंदीला भरपूर. बाहेरून चढायला किंवा पाडायला अशक्यच. हिच्यावर ग्रीकांचा दहा वर्षं मारा चालला होता पण तिनं दाद दिली नव्हती.''

''या आतल्या जुन्या भिंतीवर पुष्कळ भेगा पडलेल्या दिसतात. त्या धरणीकंपांच्या आहेत. ग्रीकांनी कितीही प्रत्यन केले तरी जुनी भिंत हलली नव्हती. मग समुद्राप्रमाणेच भूकंपांचा देव असलेल्या पोसिदोनला त्यांनी साकडं घातलं. त्यानं भूगर्भ गदगदा हलवला. भूकंप झाला. ताटाला खिंडार पडलं आणि ग्रीकांचं उद्दिष्ट साधलं. म्हणून त्यांनी लाकडी घोडा घडवला. घोडा हे पोसिदोनचं वाहन समजतात.''

''खालची भिंत दगडी असली तरी तिचा वरचा भाग विटांनी बांधलेला आहे. तो गिलावा देऊन गुळगुळीत केलेला आहे. त्यावर चढणं कठीण. ट्रोजन्स हुशार होते. ज्यांनी इतका बारकावाही बघितला होता, ते घोड्यासारख्या मामुली युक्तीला बळी पडतील असं तुम्हांला वाटतं का?''

''वरचा विटांचा भाग तोडण्यासाठी ग्रीकांनी उंच, घोड्याच्या आकाराचा 'बॅटरिंग रॅम' बनवला असेल. खाली त्याचं शरीर. वर उंच मान आणि डोकं. चाकांवर हलवून भिंतीवर डोकं आपटून वरचा विटांचा भाग त्यांना पाडायचा होता. तो पडला की भिंत चढून आत उड्या ठोकायच्या. घोड्यात बसलेले ग्रीक लपलेले नव्हते. ते त्याच्या भोकांतून तिरंदाजी करत होते. आजच्या रणगाड्यांतून गोळीबार करावा तसे. शिवाय उत्तम तिरंदाज असलेल्या ट्रोजनांपासून त्यांचा बचावही व्हायचा. म्हणजे तो 'टँक'सारखा वापरला गेला. त्याची मान वरखाली करण्याची व्यवस्था असल्यास तो 'लिफ्ट'सारखा वापरला गेला असेल वा इतक्या उंच जाऊन एकदम आत उतरण्यासाठी 'क्रेन' प्रमाणे उपयोगात आणला असेल. त्यात दडून गावात घुसण्याचा प्रयोग झाला असेलसं मात्र वाटत नाही. ट्रोजन्स इतके बावळट नसावेत.

अनेक कल्पना या घोड्याच्या मागे आहेत. त्याची चर्चा अजून चालू आहेच.

तीन शिलेदार

प्रेक्षणीय स्थळे

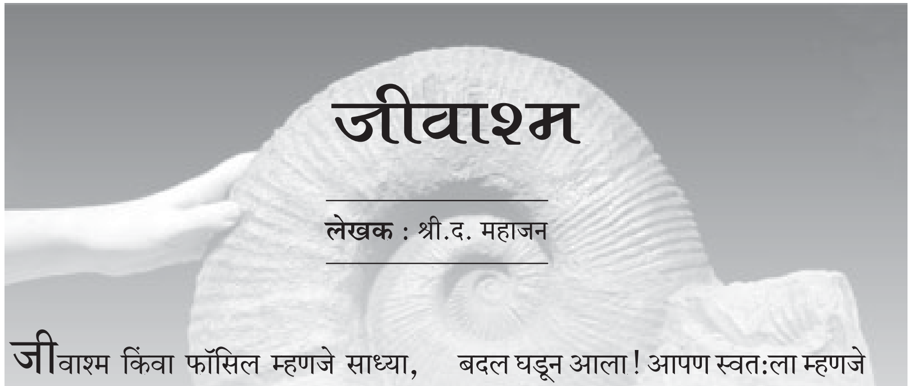
हा सारा इतिहास अन् त्याची पुराणकथांशी केलेली जोडणी एवढ्याच बद्दल जरी इथे दिलं असलं तरी पुस्तकातून भेटणारा तुर्कस्तान याच्या पेक्षा कितीतरी पुढचा आहे.

तुर्कस्तान मधील भौगोलिक आश्चर्ये हा त्याचा अगदी आकर्षक भाग. आंब्याची अढी घातल्यासारखे डोंगर, अनारशासारखे पोखरलेले डोंगर, त्यात राहण्याच्या खोल्या, चर्चेस, धुराड्यासारखे दिसणारे डोंगर, भूमिगत गाव, शुभ्रकापसाच्या स्वर्गीय किल्ल्यासारखे पामुक्कले, माऊंट ऑलिम्पोसवर उफाळणाऱ्या ज्वाला...

आणि ही सगळी ठिकाणं पाहायला जाताना करावी लागणारी धडपड, प्रवासाची दगदग, भाषेची अडचण, ती निवारायला होणारी अनोळखी व्यक्तींची मदत, त्यातूनच होणारी मैत्री...

या सगळ्यासगट आपली मीना प्रभुंशीदेखील मैत्री होते. हा प्रवास संपत असताना त्यांना जशी हुरहूर लागते तोच अनुभव आपल्यालाही येतो.

पुस्तक परिचय : नीलिमा सहस्रबुद्धे



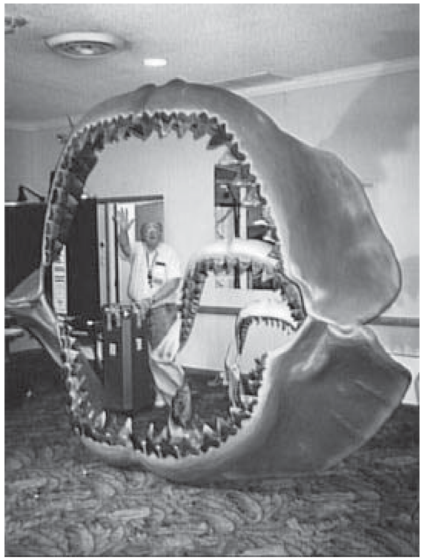
जीवाश्म

लेखक : श्री.द. महाजन

जीवाश्म किंवा फॉसिल म्हणजे साध्या, सरळ भाषेत सांगायचे झाले तर ‘जीवदगड.’ फॉसिल या मूळ लॅटिन शब्दाचा अर्थ जमिनीतून काढलेली कोणतीही गोष्ट. म्हणजे शब्दश: अर्थाने ‘खनिज.’ त्यामध्ये संगमरवरासारख्या दगडाचे प्रकार आणि धातुकांचाही समावेश करावा लागेल. पण आधुनिक परिभाषेनुसार फक्त सजीवांच्या खडकातील अवशेषांनाच फॉसिल्स म्हटले जाते. त्या दृष्टीने जीवाश्म ही संज्ञा अगदीच योग्य आणि यर्थाथ आहे. फॉसिल हा शब्द सर्वप्रथम गॉगर्स बॉयर (इ.स. १४९४ ते १५५५) याने वापरला. जीवाश्म हा शब्द अगदी अलीकडे तयार केला गेलाय. जीवाश्मांचा अभ्यास पुराजीवशास्त्र (पॅलि-आँटॉलॉजी) नावाच्या विज्ञानशाखेत केला जातो.

पुराजीवशास्त्राच्या अभ्यासामुळे, विशेषत: जीवाश्मांचा शोध लागल्यावर आणि अधिकाधिक जीवाश्मांच्या शास्त्रीय बाजूंवर प्रकाश पडल्यामुळे आपल्या स्वत:विषयीच्या कल्पनांमध्ये धक्कादायक बदल घडून आला! आपण स्वत:ला म्हणजे मानवजातीला कोणीतरी फार वेगळे, इतर सजीवांशी काही संबंध नसलेले, परमेश्वर किंवा तत्सम शक्तीची वैशिष्ट्यपूर्ण, उच्चतम निर्मिती समजत होतो. जीवाश्मांच्या शोधामुळे आणि वाढत्या अभ्यासामुळे आता हे सिद्ध झालंय की आपण ९८% चिंपांझी आहोत! आणि अशाच प्रकारच्या आणखी डझनभर प्राण्यांपैकी एक आहोत. त्यांचे ‘जवळचे’ नातलग आहोत! इतकेच नव्हे तर भविष्यकाळात होऊ शकणाऱ्या एखाद्या ‘महाप्रलयामध्ये’ तगून राहण्याची, जगून राहण्याची, त्यानंतर पुन्हा सावरण्याची क्षमता माणसापेक्षा मुंग्या, पाली, झुरळं, उंदीरघुशी आणि जिवाणूंमध्ये निश्चितपणे अधिक आहे! आपल्याला कदाचित न आवडणाऱ्या, पचनी पडायला जड जाणाऱ्या, वादंग माजवणाऱ्या अशा अनेकानेक, अभूतपूर्व वैज्ञानिक संकल्पना खऱ्या ठरल्या आहे, ठरत आहेत.

जीवसृष्टीच्या उत्पत्तीसंबंधी (ओरिजिन ऑफ लाइफ) अनेक सिद्धांत मांडले गेलेत. त्यापैकी सर्वात जुना सिद्धांत म्हणजे विशिष्ट उत्पत्ती सिद्धांत (थेअरी ऑफ स्पेशल क्रिएशन). या सिद्धांतानुसार कोणत्यातरी दैवीशक्तीने ज्या शक्तीने सर्व विश्वाची निर्मिती केली - जीवसृष्टीही उत्पन्न केली. विशेष निर्मिती कल्पनेमध्ये ज्या तीन महत्त्वाच्या गोष्टी गृहीत धरलेल्या आहेत, ठामपणे प्रतिपादिलेल्या आहे, त्या म्हणजे - १) सर्व सजीव पृथ्वीतलावर एकाच वेळी निर्माण झाले. ‘परमेश्वराने’ निर्माण केले. २) निर्मितीच्या काळात आणि त्या काळापासून आजतागायत त्यांच्यात काहीही बदल झालेला नाही. त्यांच्या पिढ्यान् पिढ्या निर्माण झाल्या, तरी ते होते तसेच राहिले, आणि ३) मानव हे परमेश्वराचे लाडके अपत्य आहे, त्याच्यासाठीच इतर अनेक गोष्टी निर्माण केल्या आहेत, तो तोच काय ‘परमेश्वरा’ पर्यंत पोहोचण्यास पात्र आहे!



जगातला सर्वात मोठ्या शार्प माशाचा जीवाश्म

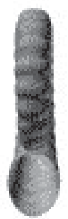
या सिद्धांताला पहिला धक्का बसला तो भूशास्त्राच्या (जिऑलॉजी) आणि पुराजीवशास्त्राच्या अभ्यासामुळे. जीवाश्मांच्या शोधामुळे. युरोपमध्ये औद्योगिक क्रांतीमुळे इंधनाची आणि खनिजांची वाढती गरज निर्माण झाली. दगडी कोळशाच्या, लोखंडाच्या आणि इतर धातूंच्या खाणींचा शोध सुरू झाला. अनेक भागात लहान-मोठे साठे सापडत गेले. त्यासाठी पृथ्वीचा पृष्ठभाग खोलवर खणला जाऊ लागला. बांधकामासाठी दगडाच्या खाणींमध्येही उत्खनन करणे वाढत्या प्रमाणावर चालू झाले. नदीनाल्यांच्या काठी पुराच्या पाण्यामुळे जी धूप होते, त्यामुळेही जमिनीचे, खडकांचे थर उघडे पडतात. एकोणिसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला अशा ठिकाणी निरीक्षण करताना फ्रेंच शास्त्रज्ञ कुव्हिए यांना प्रथम वनस्पती आणि प्राण्यांचे अवशेष आणि ठसे उमटलेले आढळून आले. पुढे जगभर अनेक देशांत असे असंख्य जीवावशेष मिळत गेले. अशा अवशेषांचा म्हणजेच जीवाश्मांचा सखोल अभ्यास करताना पुरातन काळी असणारे प्राणी आणि वनस्पती आज अस्तित्वात असलेल्या सजीवांपेक्षा कमी-अधिक प्रमाणात भिन्न असल्याचे शास्त्रज्ञांना आढळून आले.

इतकेच नव्हे, तर काळाच्या ओघात शेकडो, हजारो सजीव पूर्णपणे नामशेष झाले असल्याचे सिद्ध झाले. उदाहरणार्थ डायनोसॉर्स. त्यामुळे विशिष्ट उत्पत्ती सिद्धांताच्या खरेपणाबद्दल शंका निर्माण झाल्या. उलटसुलट चर्चा सुरू झाली. वादंग निर्माण झाले. खळबळ माजली, धर्मसत्तांना मोठाच हादरा बसला. वैचारिक मंथनातून पुढे उत्क्रांतिशास्त्राचा उदय झाला. जीवसृष्टीच्या उत्पत्तीसंबंधी रशियन शास्त्रज्ञ ओपेरिन याने मांडलेला भौतिक-रासायनिक सिद्धांत (फिजिको-केमिकल थेअरी १९२९) बहुमान्य झाला.

धार्मिक, आध्यात्मिक संकल्पना, श्रद्धा, अंधश्रद्धा यांच्या संथ पाण्यात दगड टाकला गेला जीवाश्मांच्या रूपाने! १८६५ मध्ये चार्ल्स डार्विनने पुराजीवशास्त्राच्या या सुवर्णकाळात उत्क्रांती कल्पना विकसित केली. या उत्क्रांती सिद्धांतामुळे ज्ञानाच्या बहुतेक सर्व क्षेत्रात प्रचंड खळबळ माजली. धार्मिक विचार, तत्त्वज्ञान, सामाजिक शास्त्रे, विज्ञानाच्या विविध शाखा, वैद्यकशास्त्र, साहित्य अशा सर्व क्षेत्रांमध्ये 'न भूतो न भविष्यति' अशा प्रकारची वैचारिक चळवळ उभी राहिली.

असा हा जीवाश्म म्हणजे आहे तरी काय? जीवाश्म कोठे सापडतात, मुळात ते कसे तयार होतात, त्यांचा अभ्यास कसा करतात, त्यांचे प्रकार किती आहेत? अशा प्रश्नमालिकेची उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न करणे खूपच मनोरंजक आहे. सरतेशेवटी जीवाश्मांचे उपयोग काय व ते कसे होतात हे समजून घेणेही महत्त्वाचे आहे.

एखाद्या दगडाला जीवाश्म संबोधण्यासाठी त्यातील सजीवाच्या अवशेषाचा काल हा कमीत कमी इतिहासपूर्व (प्रीहिस्टॉरिक) असला पाहिजे असा सर्वसाधारण मान्य संकेत आहे. अर्थात अनुषंगानेच आले की नुकत्याच मृत झालेल्या सजीवांच्या जमिनीत गाडल्या



गेल्या चोपन्न कोटी वर्षातील सजीवांचे जीवाश्म आतापर्यंत मुख्यत: सापडलेत, अभ्यासले गेलेत. या कालखंडात कोट्यवधक्ष जातींचे सजीव पृथ्वीतलावर निर्माण झाले! त्यापैकी १% पेक्षाही कितीतरी कमी जातींचे म्हणजे काही लक्ष जातींचे–जीवाश्मरूपाने शोधले गेलेत. जगातील कित्येक प्रदेशातील जीवाश्मांचा अभ्यास अजून झालेलाच नाही. चीनमधील जीवाश्म संशोधनाच्या गेल्या दशकातील ज्ञानभांडारामुळे डोयनोसॉर्स, पक्षी, सपुष्प वनस्पती आणि सस्तन प्राण्यांच्या उत्क्रांतीविषयी महत्त्वाची नवीन माहिती उजेडात आली आहे.

गेलेल्या अवशेषांना जीवाश्म म्हणता येणार नाही.

मानवजातीच्या उत्क्रांतीच्या इतिहासावरून असे दिसते की माणसाच्या पूर्वजाला सुमारे १,००,००० वर्षांपूर्वी जीवाश्म मिळाले होते! अश्मयुगातल्या मानवाने अशा जीवाश्मयुक्त दगडांची हत्यारे बनवलेली सापडली आहेत. त्यावेळच्या मानवपूर्वजाला त्याविषयी काय वाटत असेल ते आज निश्चितपणे सांगता येणार नाही. परंतु ज्ञात प्राचीन इतिहासामध्ये जीवाश्मांच्या बाबतीत माणसाला प्रचंड कुतूहल वाटत असले पाहिजे, त्याविषयी अनेक गैरसमज असावेत एवढे मात्र निश्चित. आदिमानव त्यात काहीतरी दैवी गूढ असल्याच्या कल्पनेने त्यांची पूजा करीत असे. काही लोक जीवाश्म हे सैतानाने मानवाची दिशाभूल करण्यासाठी खडकात ठेवलेल्या गोष्टी असून त्यांना मुद्दाम प्राण्यांचा व वनस्पतींचा आकार दिलेला आहे असे समजतात! काही जमाती त्यांचा उपयोग शोभेसाठी, दागिने बनवण्यासाठी, तसेच औषधासाठीही करीत असत. सुप्रसिद्ध इटालियन शास्त्रज्ञ लिओनार्दो दा व्हिन्सी याने जीवाश्म हे सजीवांचे नैसर्गिक अवशेष आहेत हे प्रथम ओळखले.

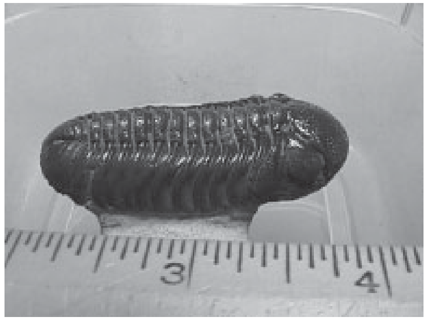
जीवाश्म हे सर्वसाधारणपणे गाळाच्या खडकात (सेडिमेंटरी रॉक्स) सापडतात. असे खडक माती, चिखल, वाळू, चुना, मुरूम यांच्या थरांपासून दीर्घ कालावधीत तयार होतात. ते सामान्य तापमान आणि दाब यामुळे बनू शकतात. अग्निजन्य आणि रूपांतरित खडकांमध्ये जीवाश्म सहसा मिळत नाहीत. कारण त्याचं अतिउच्च तापमान आणि प्रचंड दाब. महाराष्ट्रातील मोठ्या भूभागाची निर्मिती अतितप्त लाव्हारसापासून बेसॉल्ट प्रकारच्या खडकामुळे झाली असल्यामुळे जीवाश्म अभावानेच दिसतात, फारसे मिळत नाहीत.

प्राणी किंवा वनस्पती मेल्यानंतर नष्ट

पुणे विद्यापीठातील वनस्पतीशास्त्र विभागाचे प्रमुख (१९५३–७०) कै. डॉ. महाबळे जीवाश्मशास्त्रज्ञ होते. ते विद्यार्थ्यांना मुंबईतील वरळीच्या टेकडीवर बेडकाचे जीवाश्म दाखवायचे. त्यांच्या एका विद्यार्थ्याने शोधून काढलेल्या एका नारळकुळातील जीवाश्माचे नाव रायझोपामोझायलॉन महाबळेई असे ठेवले आहे. दुसऱ्या एका मध्यप्रदेशात सापडलेल्या वनस्पती–जीवाश्माचे नामकरण 'साहनीपुष्पम्' असं करण्यात आलंय. पुण्यातील आघारकर संशोधन संस्था आणि लखनौ येथील बिरबल साहनी इन्स्टिट्यूट या दोन महत्त्वाच्या संस्था आहेत, ज्यामध्ये जीवाश्म संशोधन केले जाते.

होतात. म्हणजे काय तर दुसऱ्या प्राण्यांकडून खाल्ले गेल्यामुळे, किंवा कुजल्यामुळे, क्वचित प्रसंगी जळाल्यामुळे ती नाहीशी होतात. पण कधीकधी काय होते की, वनस्पती, प्राणी किंवा त्यांचे काही भाग गाडले जातात. कोणी खाण्यापूर्वी किंवा कुजण्यापूर्वी ते खोलवर गाडले गेले, त्यावर गाळाचा, दगडामातीचा, पाण्याचा थर साचला, तर कालांतराने त्यांचे रूपांतर जीवाश्मांमध्ये होऊ शकते. असे रूपांतर होण्यासाठी त्या सजीवांमध्ये कठीण अवयव किंवा उती (टिश्यू) असण्याची आवश्यकता असते. प्राण्यांचे कठीण भाग मुख्यत: कॅल्शियम कार्बोनेट (शंख, शिंपले), कॅल्शियम फॉस्फेट (प्राण्यांची हाडे), सिलिका (रेडिओलारिया), चिटीन (कीटकांचा बाह्य सांगाडा) यांचे बनलेले असतात. वनस्पतींची खोडे, फळे, बिया असे कठीण अवयव सेल्यूलोज, सुबेरिन, क्युटिकल, काही क्षार यांच्यापासून तयार झालेले असतात. ते किती कठीण आहेत आणि किती लवकर गाडले गेलेत त्यावर जीवाश्मांचा दर्जा अवलंबून असतो. चिखलाच्या खडकात (शेल) खोलवर गाडल्या गेलेल्या कॅल्शियमचे आधिक्य असलेल्या जीवाश्मांचा दर्जा उत्कृष्ट असतो.

जीवाश्म अनेक प्रकारचे असतात. त्यांचे अवशेष कोणत्या तऱ्हेने राखले गेलेत, ते कशा प्रकारच्या रासायनिक घटनेचे आहेत यावरून त्यांचे वर्गीकरण केले जाते.



ट्रॉयलोबाईट

जीवाश्मांचे प्रमुख प्रकार असे

१) मूळ प्राणी/वनस्पती जसेच्या तसे राखले गेलेले उत्कृष्ट दर्जाचे जीवाश्म २) वनस्पतीच्या पानांचे ठसे (इंप्रेशन्स) ३) अंतर्ठसे (मोल्ड्स) ४) बाह्यठसे (कास्ट्स) ५) प्राण्याच्या पाऊलखुणा (पग मार्क्स) यामध्ये कोणत्याही अवयवाचा प्रत्यक्ष भाग नसतो. ६) प्राण्यांची फक्त हाडे किंवा सांगाडा (स्केलेटन) ७) प्राण्यांची अंडी (एग्ज, एम्ब्रिओज) ८) पक्ष्यांच्या/ प्राण्यांच्या जठरातील खडे (गॅस्ट्रोलिथ) ९) प्राण्यांच्या विष्ठा (ॲनिमल ड्रापिंग्ज) १०) सूक्ष्म जीवांचे बीजकण / बीजुके, परागकण (स्पोअर्स, पोलन ग्रेन्स).

जीवाश्मांची त्यांच्या गुणधर्म व उपयुक्ततेनुसार अनेक गटात विभागणी करता येते.

१) निर्देशक जीवाश्म (इंडेक्स फॉसिल्स) :

पृथ्वीतलावर जवळपास सर्वत्र वावरत असलेल्या सजीवांचे जीवाश्म. त्यांचे अस्तित्व विशिष्ट कालखंडापुरतेच मर्यादित

अमोनाईड

खोटे जीवाश्म

असल्यामुळे ज्या खडकात ते सापडतात त्या खडकांचे वय सहजपणे सांगता येते. त्याउलट तशा प्रकारचा खडक आढळल्यास त्यामध्ये त्या जातीचे जीवाश्म मिळण्याची शक्यता, जवळपास खात्रीच असते! उदा. अमोनाइड हा नामशेष झालेला प्राणी मध्यजीवमहाकल्पाचा (२१० ते ६० दशलक्ष वर्षांपूर्वी) निर्देशक जीवाश्म मानला जातो. (मेसोझोइक एरा).

२) जिवंत जीवाश्म (लिव्हिंग फॉसिल) :

हा एक विरोधाभासच आहे. हे खऱ्या अर्थाने जीवाश्म नव्हेतच. काही सजीवांच्या जाती जीवाश्मरूपात आढळतात, तसेच आजही सजीव अवस्थेत आढळतात. लाखो वर्षात त्यांच्यामध्ये कोणताच बदल झालेला नसतो. उदा. कासवाच्या काही जाती आणि जिंगो नावाचा अनावृत्तबीजी वृक्ष. हे दोन्ही सुमारे २०० दशलक्ष वर्षांपूर्वी पृथ्वीतलावर उत्क्रांत झाले. आजही ते कोणताही बदल न होता त्याच अवस्थेत आढळतात.

३) खोटे जीवाश्म (सुडो फॉसिल) :

फसवे किंवा आभासी जीवाश्म. रासायनिक प्रक्रियेतून तयार झालेल्या पदार्थाचा साका गाळाच्या खडकाच्या पृष्ठभागावर एखाद्या वनस्पतीचा/प्राण्याचा आकार घेऊन स्थिरावतो. सखोल अभ्यासानंतर ध्यानात येते की तो कोणत्याही प्रकारचा जीवावशेष नाही.

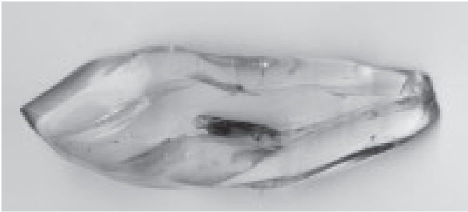
जीवाश्मांचे उपयोग

जीवाश्मांचे अस्तित्व आणि हजारो जीवाश्मांचा शास्त्रशुद्ध अभ्यास सजीवांच्या उत्पत्ती, विविधता आणि उत्क्रांती याविषयींच्या आपल्या ज्ञानात मोलाची भर टाकणारे ठरलेत. उत्क्रांती सिद्धांताचा तो एक विश्वसनीय व भक्कम पुरावा मानला जातो.

प्रत्येक जीवाश्म हा पृथ्वीच्या इतिहास-ग्रंथाचे एकेक पानच होय. अशी असंख्य पाने वाचल्यावर आपल्याला पृथ्वीच्या संपूर्ण इतिहासाचे ज्ञान होते.

जीवाश्म जंगल

काही ठिकाणी मोठ्या प्रमाणावर जमिनीची धूप झाल्यामुळे मोठमोठ्या वृक्षांच्या खोडाफांद्यांचे जीवाश्म उघडे पडतात व इतस्तत: विखुरलेले दिसतात. अशा क्षेत्रांना 'जीवाश्म जंगले' (फॉसिल फॉरेस्ट) म्हणतात. दक्षिण भारतात तामिळनाडूमध्ये (पाँडेचरीच्या दक्षिणेस १२० कि.मी. अंतरावर) तिरुवक्करे गावाजवळ असे जीवाश्म जंगल आहे.



ॲम्बरमध्ये अडकलेला किडा

भारतात डॉ. बिरबल साहनी या शास्त्रज्ञाने जीवाश्म संशोधनाचा पाया घातला. मध्य भारत, बिहार, उत्तरांचल, गुजरात, काश्मीर अशा विविध भागांमध्ये काम करून त्यांनी शेकडो जीवाश्म संकलित केले. त्यांच्या मार्गदर्शनाखाली कितीतरी विद्यार्थी तयार झाले.

कै. डॉ. म.वि. आपटे यांनी त्यांच्या सुप्रसिद्ध वनश्री सृष्टी या ग्रंथात जीवाश्माला 'प्रशेष' अशी संज्ञा दिली आहे.

सूचिपर्णी जातीच्या आणि इतरही काही वृक्षांच्या सालीतून राळयुक्त डिंक (रेझिनस गम) पाझरतो. अशा डिंकाचे जीवाश्म तयार होते त्याला 'ॲम्बर' म्हणतात. ॲम्बर पारदर्शक व सुगंधी असून ज्वलनशील असल्यामुळे त्याचा उदबत्त्या करण्यासाठी उपयोग होतो. अशा ॲम्बरमध्ये अडकलेल्या ३ कोटी वर्षांपूर्वीच्या कीटकाचा अप्रतिम जीवाश्म मिळालेला आहे.

वृक्षाच्या खोडाची आंतर्रचना जशीच्या तशी राखली गेलेले जीवाश्म आढळून येतात. त्यांना पेट्रिफाइड वुड्‌स म्हणतात. अशा खोडांचे आडवे छेद घेऊन त्याच्या अतिशय पातळ चकत्या करण्यासाठी विशिष्ट यंत्रे असतात. या चकत्या काचपट्टीवर ठेवून सूक्ष्मदर्शकाखाली पाहिल्यावर आंतर्रचना स्पष्ट दिसते. त्यावरून त्यांचे वर्गीकरण करून त्यांना नावे दिली जातात. उदा. चिंचेच्या १५ दशलक्ष वर्षांपूर्वीच्या पूर्वजाचे नाव टॅमेरिंडोझायलान असे आहे.

जीवसृष्टीची उत्पत्ती उथळ खाऱ्या पाण्यामध्ये, सागर महासागरांच्या किनाऱ्यावर सुमारे ३५० कोटी वर्षांपूर्वी झाली असावी. सुरुवातीचे सजीव सूक्ष्म, बरेचसे एकपेशीय आणि त्यानंतरही कोट्यवधी वर्षे पाण्यात राहणारे; मऊ, मांसल शरीराचे होते. त्यामुळे त्यांचे जीवाश्म अपवादानेच मिळतात. कठीण शरीराचे–शरीरात कठीण भाग असणारे प्राणी व वनस्पती गेल्या सुमारे ६०–७० कोटी वर्षांपूर्वीच उत्क्रांत झाले. जमिनीवर त्यांचे आगमन त्याच सुमारास झाले!

पृथ्वी निर्माण झाल्यापासून (सुमारे ४५० कोटी वर्षांपूर्वी) तिच्या कवचात प्रचंड उलथापालथी झाल्यात. भूखंड व सागराच्या जागा सातत्याने बदलल्या गेल्यात.

वेगेनर नावाच्या शास्त्रज्ञाने भूखंडाच्या हालचालीसंबंधी सिद्धांत मांडला, त्याला जीवाश्मांच्या संशोधनामुळे पुष्टी मिळाली. हिमालय पर्वतावर तीन हजार मीटर उंचीवरसुद्धा समुद्री प्राण्याचे असंख्य जीवाश्म मिळालेत! त्यावरून सिद्ध होते की तेथे पूर्वी असलेल्या 'टेथिस' समुद्रातील गाळ, वाळू, खडक उचलले जाऊन हिमालयाची निर्मिती झाली आहे.

खडकांचे वय ठरवण्यास जर जीवाश्मांचा उपयोग होतोच, होतो, पण पेट्रोल आणि दगडी कोळशाच्या साठ्यांचा शोध घेण्यास त्यांची मोलाची मदत होते. समुद्रातील व जमिनीवरील द्रवरूप इंधन-वायूचे (लिक्विड फ्युएल गॅस; एल्.पी.जी.) साठे बॉम्बे हायमध्ये,गुजरात किनाऱ्याजवळ आणि नुकतेच आंध्रप्रदेशांत सापडलेत. त्यांच्या शोधासाठी जीवाश्म-परागकणांच्या अभ्यासाची फारच मदत झालीय. कारण शेवटी ही सर्व जीवाश्म इंधने (फॉसिल फ्युएल्स) एके काळच्या सजीवांनीच निर्माण केली आहेत ना!

महाराष्ट्रातील अग्निजन्य खडकामध्ये जीवाश्म फारच कमी सापडत असले तरी लाव्हारसाचा एक थर थंड झाल्यावर त्याचा दुसरा लाव्हाचा थर येण्यापूर्वी तळी, डबकी, पाणथळ जागा तयार होऊन त्यातील प्राणी-वनस्पती गाळात गाडले गेले. अशा प्राण्यांचे जीवाश्म प्रवरा व तापी नद्यांच्या पात्राजवळ सापडतात. आपल्या पश्चिम किनाऱ्यावर करळ नावाचा खडक सापडतो. (उदा. रत्नागिरी) त्यातील प्रत्येक शंख व शिंपला हा जीवाश्माचा उत्कृष्ट नमुना आहे. आघारकर संशोधन संस्थेतील संशोधक डॉ. महेश शिंदीकर यांना मालवण किनाऱ्या-नजीक खारफुटी वृक्षाच्या श्वसनमुळाचा (न्यूमॅटोफोअर) जीवाश्म नुकताच मिळाला आहे. त्याच्या अभ्यासावरून हे सिद्ध झालंय की त्या काळी समुद्राची पातळी आत्तापेक्षा २८ फुटांनी जास्त होती!

इ.स. १९९७ मध्ये शास्त्रज्ञांना निअँडरथल मानवाच्या जीवाश्म सांगाड्यातून डी.एन.ए. चे जीवाश्म वेगळे करण्यात यश मिळालंय. कार्बन डेटिंगच्या साहाय्याने त्याचं वय ४०,००० वर्षे! त्यामुळे आधुनिक मानवाच्या उत्क्रांतीविषयी अधिक माहिती मिळू शकेल. काही वर्षांपूर्वी आंध्रमधील येमेनपल्ली जिल्ह्यात डायनॉसॉरचा प्रचंड, संपूर्ण सांगाडा मिळालाय. तो हैद्राबादच्या बिर्ला सायन्स म्युझियममध्ये जतन करून ठेवलाय. तो आहे अंदाजे ६५ दशलक्ष वर्षांपूर्वीचा!

जीवाश्मशास्त्र हे गेल्या शतकामध्ये प्रगत झालेलं आणि अद्याप संशोधनाला खूप वाव असलेलं उपयुक्त शास्त्र आहे. भविष्यामध्ये हे जीवदगड जीवनाची कोणकोणती गुपितं उघडी करून दाखवतील ते काळच ठरवणार आहे.

पूर्वप्रसिद्धी विश्रांती दिवाळी अंक २००५ पाषाणस्य
अनुवाद - **श्री.द. महाजन,** सुप्रसिद्ध वनस्पतीशास्त्रज्ञ आणि पुराजीवशास्त्राचे अभ्यासक.

निर्मळ

रानवारा

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

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

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

मानवी कलाकृतींप्रमाणेच निसर्गनिर्मित आश्चर्येदेखील आपल्याला
गुंगवून टाकतात. अमेरिकेतल्या केंटुकी राज्यातील मॅमथ गुहेचे हे दृश्य.
अशाच इतर काही गुहांबद्दल वाचा - 'अबब.. गुहा' मधे

शैक्षणिक संदर्भ – डिसेंबर ०६ –जानेवारी ०७ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.