एप्रिल - मे २०१०

अंक ६३

शैक्षणिक संदर्भ

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, अमलेंदु सोमण.

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 ६३
एप्रिल - मे १०

पालकनीती परिवारासाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

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

पोस्टेजसहित
वार्षिक वर्गणी रु. २००/-

अंकाची किंमत : रुपये ३०/-

मुखपृष्ठावर दिसतो आहे, SN1054 नावाचा क्रॅब नेब्युला. १०५४ साली झालेल्या सुपरनोव्हा स्फोटानंतर जे अवशेष उरले, त्यांचा २००९ साली काढलेला हा फोटो. ६३०० प्रकाशवर्ष दूर असलेला, वृषभ नक्षत्रात दिसणारा हा सुपरनोव्हा १०५४ साली चीन व जपानमध्ये माहीत होता. तेव्हा तो २३ दिवस दिवसाच्या प्रकाशातही दिसत होता आणि ६५३ रात्री डोळ्यांना दिसत होता.

मागच्या कव्हरवर खालच्या बाजूला लार्ज मॅगेलानिक क्लाऊड ३० डोरॅडस्. या भागात सतत सुपरनोव्हा स्फोट चालू असतात. या चित्रणातील लाल भाग म्हणजे त्या वायुमेघातून बाहेर पडणारे एक्सरे, हिरवा भाग म्हणजे आयोनाइज्ड हैड्रोजन आणि निळा भाग म्हणजे तेथून येणारे अतिनील प्रारण. त्याच्यावरचे दोन फोटो सुपरनोव्हा स्फोटानंतर तयार झालेल्या वायूंच्या वलयांचे आहेत.

लेख : ताऱ्यांची अपत्ये.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ६३

- निळा पिरॅमिड २
- सजीवांच्या अवशेषांची अनपेक्षित खाण ५
- ताऱ्यांची अपत्ये १३
- एकम् दहम् शतम् १८
- वसुंधरेचा पारा चढतोय - भाग २ .... २१
- दैनंदिन विज्ञान - लेखांक ३ .... २८
- मिली, सेंटी, डेसी - लेखांक २ .... ३०
- हवाहवाई ३२
- बी.टी. कशासाठी ४२
- उद्या निघालो, आज पोचलो ४४
- खास पाहुणा आपल्या भेटीला - डोळा (भाग-२) ४८
- भारतीय कलेचा इतिहास - गुप्तवंश ५५
- पायथागोरसची मौजमजा ६३
- विज्ञानाचा शोध घेणारी स्पर्धा ६६
- तुतारीचा आवाज ७४
- आनंदाचे डोही ७७

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

विंदांना श्रद्धांजली

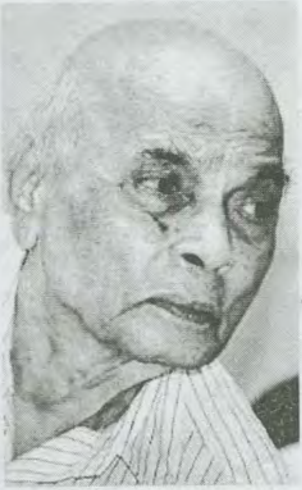
निळा पिरॅमिड !

जेव्हा एखादी चिंतनशील व्यक्ती जमिनीवर घट्ट पाय रोवून आयुष्यभर कुतूहलभरल्या नजरेनं उंचावरल्या आकाशाचाही वेध घेत राहते, तेव्हा ती स्वतःच एक निळा पिरॅमिड बनते. पार जमिनीपासून निळ्याशार आकाशाला गवसणी घालणारा अती रेखीव आणि भव्य निळा पिरॅमिड ! विंदांच्या रूपानं असाच एक निळा पिरॅमिड मला अनेक सकाळी भेटला आहे. नमस्कारासाठी हात उंचावला की प्रसन्न हसून त्यांचाही हात उंचावायचा. मग सगळा दिवस मस्त जायचा. सकाळी सकाळी एखादा शुभशकुनच झालाय, असं वाटायचं.

कुतूहलभरल्या चौकस नजरेनं जगाकडे पाहताना मिळणारा आनंद जपायचा म्हणजे शैशवाला जपायचं. प्रौढत्वी निज शैशवासी जपणे, हा बाणा केवळ कवीचा असायचं कारण नाही. प्रत्येक जण कुठल्याही वयात शैशवाला जपू शकतो. शैशवाला जपायचं म्हणजे लहान मुलाची ती चौकस कुतूहलपूर्ण नजर शाबूत ठेवायची. लहान-मोठ्या गोष्टींमधल्या नवेपणानं मन खुललं पाहिजे. नवं काही दिसलं, की मनातला आनंद ओसंडून वाहिला पाहिजे. करंदीकरांनी लहान मुलांसाठीही काही नितांत सुंदर कविता लिहिल्यायत. त्यांची अनावर मोहिनी मनावर कायम आहेच. पण विंदा नसताना मात्र मला 'धृपद' या संग्रहातली त्यांची एक कविता आठवतेय. ती कविता कुतूहलानं भारलेलं लहानपण जपण्याचा सुंदर प्रशस्त रस्ताच मोठ्यांना दाखवतेय, असं वाटतं. अभंगाच्या अंगानं जाणारी ती कविता वाचण्याआधी आपण आपलं मन जरा निवांत आणि स्वस्थ करूया. त्यामुळे कवितेचा आशय मनात सहजच पालवेल.

सद्‌गुरूवाचोनी । सापडेल सोय

करितो आदरे । सद्‌गुरू स्तवन
ज्यांनी सत्यज्ञान । वाढवीले.
धन्य पायथॅगोरस् । धन्य तो न्यूटन
धन्य आईन्स्टाईन । ब्रह्मवेत्ता.
धन्य पाश्चर । धन्य माझी क्युरी
थोर धन्वंतरी । मृत्युंजय.
धन्य फ्रॉईड आणि । धन्य तो डार्विन
ज्यांनी आत्मभान । दिले आम्हां.



धन्य धन्य मार्क्स । दलितांचा त्राता
इतिहासाचा गुंता । सोडवि जो
धन्य शेक्सपीअर । धन्य कालिदास
धन्य होमर, व्यास । भावद्रष्टे.
फॅरेडे मार्कोनी । वॅट, राईट धन्य
धन्य सारे अन्य । स्वयंसिद्ध
धन्य धन्य सारे । धन्य धन्य मीही!
सामान्यांना काही । अर्थ आहे!
सद्गुरूंच्यापाशी । एक हे मागणेः
भक्तिभाव नेणे । ऐसे होवो.
सद्गुरूंनी द्यावे । दासा एक दान;
माझे दासपण । नष्ट होवो.
सद्गुरूवाचोनी । सापडेल सोय
तेव्हा जन्म होय । धन्य धन्य.

कोणा एका नव्हे, तर अनेक सद्गुरूंचे स्तवन करून कवी सामान्यांचा जन्म धन्य धन्य होण्यासाठी 'गुरूच्या पायी असणारा भक्तिभाव नाहीसा व्हावा, दासांचे दासपण नष्ट व्हावे आणि सद्गुरूवाचोनी शिकण्याची सोय सापडावी', असे मागणे मागतोय. थोडक्यात, सद्गुरूचे बोट सोडून शिष्य स्वबळावर शिकता व्हावा, स्वयंसिद्ध व्हावा, अशी इच्छा प्रगट करतोय. विंदांनी सद्गुरूंच्यापाशी मागितलेलं मागणं आपल्यापैकी काही जणांना विपरीत वाटेल. कारण आपलं मन 'बिन गुरू ग्यान कहासे पाऊ' किंवा 'गुरुर्ब्रह्मा... गुरुःसाक्षात परब्रह्म, तस्मै श्री गुरवे नमः' अशा सुभाषितांवर पोसलेलं आहे. वास्तविक विंदांनी ज्या महान सद्गुरूंचे स्तवन केले आहे, त्यांतील एकाच्याही पासंगालाही न पुरणारे आपण, पालक आणि शाळा, कॉलेजे आणि विद्यापीठातील शिक्षक आहोत. 'गुरूशिवाय ज्ञान मिळणार नाही' याचा अर्थ विद्यार्थी कायम गुरूवर अवलंबून म्हणजे परावलंबी राहील असा आहे. मनात भक्तिभाव नसण्यापेक्षा विद्यार्थी परावलंबी राहिलेला परवडला, असे वाटण्यामागे कसली भीती दडलीय आपल्या मनात ? भक्तिभाव नसेल तर विद्यार्थ्यांना शिक्षकांविषयी आदर वाटणार नाही, ही भीती आहे का ? तिच्यापोटी पोकळ अहंकार आपल्या मनात हुंकारतो आहे का ? स्वतःला तपासून पाहिले पाहिजे. वास्तविक शिक्षकांना विद्यार्थ्यांबद्दल आदर आणि प्रेम असले, तर विद्यार्थ्यांच्याही मनात

शिक्षकांबद्दल प्रचंड आदर आणि प्रेम तयार होते. आदर आणि प्रेम या साद-प्रतिसादांच्या बाबी आहेत. ती तर माणसाची नैसर्गिक प्रेरणा आहे. विंदांनी सद्गुरूंपाशी मागितलेले मागणे पटले, तर गुरूच्या नावाने आपल्या मनात चालणारी विपरीत 'सुभाषितांची गुरगुर' शांत होईल. गुरूवाचोनी शिकण्याची सोय करणारं दान विद्यार्थ्यांच्या मनात पडलं आणि तिथं ते अंकुरलं, की गुरूचा सद्गुरू होईल. साहजिकच गुरूविषयी आदर दुणावेल. त्यासाठी ही कविता 'दर्जेदार शिक्षणाचा जाहीरनामा' म्हणून गुरुजनांच्या मनात रुजली पाहिजे. शिकण्या-शिकवण्यात ती उतरली पाहिजे. कवितेच्या रूपानं विंदा सहस्र हातांनी आयुष्यभर काहीबाही देत राहिले. आपण घेत राहिलो. या कवितेच्या रूपानं 'घेता घेता देणाऱ्याचा हात घ्यायला' काय हरकत आहे ? शिक्षकांनी आणि शाळाचालकांनी धैर्य एकवटलं तर शिक्षणाचा जाहीरनामा म्हणून ही कविता वर्गांवर्गांत पोस्टर रूपात लावून आणि आपले वर्तन बदलून विंदांना आपण नक्कीच कृतिशील आदरांजली वाहू शकू ! कुणी सांगावं, त्यामुळे आपणही कदाचित निळा पिरॅमिड शोधणारे पांथस्थ होऊ ! आपलेही हात 'देणारे' हात होतील! पुढची पिढी आपले 'देणारे हात' मोठ्या प्रेमानं आणि आदरानं स्वतःच्या हाती घेईल! येवढे यश तुम्हाला-मला रगड आहे!!

– प्रकाश बुरटे
फोन : ९८९२५९३६२३

अंक ६२ मधील चुकीची दुरुस्ती

मागच्या अंकातील पान २६ वर दिलेल्या 'डोक्याला खुराक' मधील तिसरे कोडे पूर्ण दिले गेले नव्हते. ते असे हवे –

नंदू : आई, तू किती वर्षांची आहेस ?

आई : बघ, नंदू. मी विचार करते. आता असं पहा, आपल्या तिघांच्या वयाची बेरीज बरोबर ७० वर्षे होते.

नंदू : म्हणजे खूपच की ! बाबा, तुम्ही किती वर्षांचे ?

बाबा : माझं वय तुझ्या ६ पट आहे.

नंदू : माझं वय कधीतरी तुमच्या वयाच्या अर्ध होईल का हो ?

बाबा : तसं होईल तेव्हा आपल्या वयांची बेरीज आजच्या दुप्पट होईल.

.... तर त्यांची वयं काय ?

संदर्भ अंकातील कोडी आपण सोडवल्यानंतर ताबडतोब आमच्याकडे पाठवा. प्रथम येणाऱ्या बरोबर उत्तरासाठी संदर्भचा एक अंक भेट पाठवण्यात येईल.

सजीवांच्या अवशेषांची अनपेक्षित खाण

लेखक : पु.के. चितळे

नेब्रास्काचा (उत्तर अमेरिका) पूर्व भाग आज सजीवांच्या अवशेषांची एक प्रसिद्ध खाण समजला जातो. पण असे पूर्वीपासून नव्हते. नेब्रास्काचा हा भाग पूर्व आफ्रिकेतील सेरेंगेटी प्रमाणेच हिरवागार दिसायचा. सुमारे ३८ वर्षांपूर्वी वूरहीस नावाचा एक युवक नेब्रास्का इथे सहज फिरायला गेला होता. फिरता-फिरता तो एका उतारापाशी पोचला. त्या उताराच्या दोन्ही बाजूची जमीनही उभ्या उताराची होती. अचानक एका ठिकाणी त्याला काहीतरी चमकदार वस्तू दिसल्याचा भास झाला. उभ्या उतारावर असलेल्या त्या वस्तूजवळ गेल्यावर त्याला कळले की ती एका गेंड्याची कवटी होती. नंतर तिथून काही अंतरावरच प्राचीन प्राण्यांच्या अवशेषांची एक मोठी खाण असल्याचे आढळून आले. या सुकलेल्या कोरड्या जमिनीत गेंडा, झेब्र्यासारखे घोडे, वक्र तरवारीसारखे दात असलेली हरणे, उंट, कासव यासारख्या प्राण्यांचे अवशेष होते. हे अवशेष राखेच्या मोठ्या ढिगाऱ्याखाली सापडले. यापूर्वी अवशेषांची एवढी मोठी खाण उत्तर अमेरिकेत कुठेच सापडली नव्हती. आज नेब्रास्काच्या या भागाला Ashfall Fossil Beds State Park म्हणतात.

हे अवशेष १ कोटी वर्षांपेक्षाही जास्त जुने होते. यात गोंधळात टाकणारी सर्वांत मोठी गोष्ट ही होती की नेब्रास्काच्या या भागात कधी काळी एखादा ज्वालामुखी असल्याची काहीही माहिती नव्हती. हे सगळे अगदी अचानक सापडले. खरे पाहिले तर वूरहीसला फक्त नेब्रास्काच्या या भागाचा एक नकाशा बनवायचा होता. पावसामुळे त्या भागातील खालचा भाग बरीच माती वाहून गेली होती तो उघडा पडला होता. म्हणूनच वूरहीसला ती हाडे तिथे दिसली असावीत. जिथले दगड पाऊस किंवा अन्य कुठल्याही कारणामुळे उघडे पडतात, तिथेच पुरातन अवशेषांचा शोध घेण्याचा प्रयत्न केला जातो.

सुरुवातीला लोकांना असे वाटले होते की या प्राण्यांचा मृत्यू ते जिवंत अवस्थेत असताना अकस्मात राखेच्या ढिगाऱ्याखाली गाडले गेल्याने झाला असावा. पण नंतर असे लक्षात आले की, त्यांचा मृत्यू पॉम्पे (इटली) येथील प्राण्यांप्रमाणे एकाएकी झाला नव्हता. त्या सर्वांना विशिष्ट प्रकारच्या फुफ्फुसाच्या एका रोगाने पछाडले होते. हा रोग सतत बऱ्याच काळ मोठ्या प्रमाणात राख असलेल्या ठिकाणी श्वास घेतला गेल्याने होतो. त्या ठिकाणी सुमारे १ फूट जाडीचा राखेचा थर सापडला होता. राखेखाली तिथले गवत व बऱ्याच लहान वनस्पती कायमच्या गाडल्या गेल्या होत्या. तिथले पाणी फार गढूळ झाल्यामुळे पिण्यासारखे राहिले नव्हते.

मग साहजिकच असा प्रश्न येतो की एवढ्या मोठ्या प्रमाणात असलेली राख नेब्रास्काच्या त्या भागात आली कुठून? हे एक आश्चर्यच होते. खरे पाहिले तर नेब्रास्का इथल्या राखेबद्दलची माहिती लोकांना सुमारे १०० वर्षांपासून होती. पण ही राख भांडी घासण्यासाठी व त्यांना उजाळा देण्यासाठी फार महत्त्वाची ठरली असल्याने तिचा मोठ्या प्रमाणात या कामी उपयोग केला जात असे. ती राख याच कारणामुळे जवळपासच्या भागात विकण्यातही येत असे. म्हणूनच बहुतेक या गोष्टीकडे कोणाचे फारसे लक्षच गेले नाही की, राखेचा हा ढिगारा आला कुठून?

नेब्रास्का इथल्या राखेसारखी राख इतरत्र सापडते का हे पाहण्यासाठी तेथील राखेचे नमुने पश्चिम अमेरिकेतील समुद्राकाठी असलेल्या अनेक ठिकाणी धाडले गेले. काही दिवसानंतर आयडाहो येथील भूगर्भशास्त्रज्ञाचा एक संदेश आला की, नेब्रास्का येथे सापडलेल्या राखेचे ब्रूनियू-जारबिज येथील ज्वालामुखीतून निघालेल्या राखेशी बरेच साम्य आहे आणि नेब्रास्का येथील प्राण्यांचा मृत्यू इथल्याच राखेमुळे झाला असावा. ब्रूनियू-जारबिज हे ठिकाण आयडाहोच्या नैऋत्येला पूर्व नेब्रास्कापासून १६०० कि.मी. अंतरावर आहे. एवढ्या लांबच्या ठिकाणाहून एवढ्या मोठ्या प्रमाणात आलेल्या राखेने नेब्रास्का येथील प्राणी मारले गेले, या गोष्टीवर लोकांचा सहज विश्वास बसणे शक्यच नव्हते.

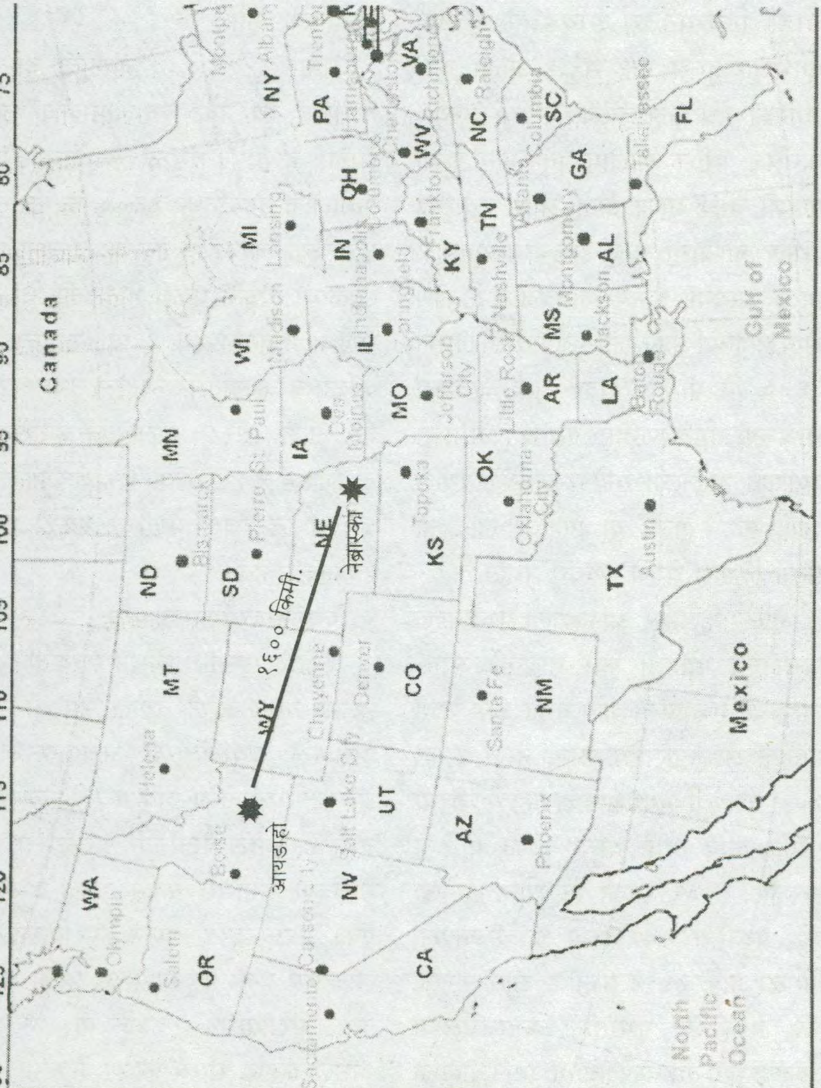
खरे पाहिले तर आपल्याला पृथ्वीबद्दल असलेली माहिती फार तोकडी आहे. आपल्या पायाखाली काय घडत आहे याची माहिती आपल्याला बऱ्याचदा नसते. सुमारे १०० वर्षांपूर्वी भूगर्भशास्त्रज्ञांनाही पृथ्वीच्या गर्भात काय आहे याची जास्त माहिती नव्हती. १९०६ साली हा शोध लागला की, पृथ्वीचा गर्भ तिच्या बाह्यरूपापेक्षा निराळा आहे. १९३६ साली हा शोध लागला की, पृथ्वीच्या गर्भातील केंद्राजवळचा आतला भाग तप्त घनपदार्थाचा असून बाहेरील भाग अतितप्त द्रव पदार्थाचा आहे आणि पृथ्वीच्या चुंबकीय शक्तीचे केंद्र याच भागात आहे. ही सर्व माहिती अनेक शास्त्रज्ञांनी पृथ्वीच्या विभिन्न भागात होणाऱ्या भूकंपाच्या तीव्रता आदींच्या तौलनिक अभ्यासातून मिळविली आहे.

सुमारे ६,००,००० वर्षांपूर्वी ब्रूनियू-जारबिज इथे एका ज्वालामुखीचा उद्रेक झाला होता. यामुळे ज्वालामुखीतून निघालेली राख तिथून १६०० कि.मी. लांब असलेल्या नेब्रास्का इथे पोचली. ज्वालामुखीच्या उद्रेकाची तीव्रता एवढी होती की तिथल्या राखेचा नेब्रास्का इथे ३ मी. जाडीचा थर जमला व कालांतराने त्यामुळे तेथील प्राणी मारले गेले. १९८० सालापर्यंत अमेरिकेच्या दक्षिणेकडील ४८ राज्यातील लोकांनी सुमारे ६५ वर्षात ज्वालामुखीचा एकही उद्रेक पाहिला नव्हता.

ज्वालामुखीचा प्रभाव

१९८० साली वॉशिंग्टन राज्यातील सेंट हेलेन्स या ठिकाणी तेथील सुप्त अवस्थेत असलेला ज्वालामुखी अचानक जागा झाला. सुरवातीला भुकंपाचे अनेक धक्के बसले. ज्वालामुखीच्या प्रक्रियेला २० मार्चच्या सुमारास प्रारंभ झाला होता व एका आठवड्यात त्यातून तप्त वितळलेला लाव्हारस बाहेर पडू लागला. सुरक्षा म्हणून ज्वालामुखीपासून १३ कि.मी. अंतरावर असलेला सर्व परिसर पूर्णपणे रिकामा केला गेला. तेव्हा एवढे अंतर सुरक्षित समजण्यात

नकाशात दाखवलेल्या आयडाहोपासून नेब्रास्कापर्यंत ज्वालामुखीच्या राखेने प्रवास केला. ही ठिकाणे जगाच्या नकाशात शोधून पहा.



येत असे. पुढे-पुढे तर सेंट हेलेन्स पर्यटकांचे एक आवडते स्थळ झाले होते. ज्वालामुखीचा उद्रेक बघण्यासाठी लोक मोठ्या संख्येने तिथे येत असत. टी.व्ही. आणि वर्तमानपत्रांचे प्रतिनिधी व त्यांची हेलिकॉप्टर्सही या कामात सामील झाली होती. एक दिवस तर सुमारे ७० हेलिकॉप्टर्स सेंट हेलेन्सवर घिरट्या घालत होती.

१९ एप्रिलला ज्वालामुखीच्या उत्तर भागात एक मोठा फुगवटा दिसू लागला. हे निकट भविष्यात ज्वालामुखीचा मोठा स्फोट होण्याचे स्पष्ट लक्षण होते. पण कोणीही या गोष्टीकडे फारसे लक्ष दिले नाही. कारण ते सेंट हेलेन्सची तुलना हवाई येथील ज्वालामुखींशी करत राहिले. भूगर्भशास्त्राचा प्राध्यापक असलेल्या जॅक हाईडला फक्त असे वाटत होते की, लवकरच इथे उद्रेक होणार आहे. कारण हवाई येथील ज्वालामुखी प्रमाणे सेंट हेलेन्समध्ये कुठेही वाट (Vent) नव्हती. पण हाईडचा शासकीय यंत्रणेशी काहीच संबंध नसल्याने कोणीही त्याच्या म्हणण्याला महत्त्व दिले नाही. १८ मे रोजी सकाळी ८.३२ च्या सुमारास सेंट हेलेन्स ज्वालामुखीचा उत्तर भाग कोसळला आणि पहाडाच्या उतारावर सुमारे २५० कि.मी. प्रति तास या वेगाने खाली घसरू लागला. ही घसरण बहुतेक मानवाने पाहिलेली सर्वांत मोठी घसरण असावी. दुसऱ्याच मिनिटाला सेंट हेलेन्सचा स्फोट झाला. हा स्फोट हिरोशिमा इथे टाकलेल्या अणू बॉम्बच्या स्फोटापेक्षा ५०० पट मोठा होता. सेंट हेलेन्समधून गरम लाव्हा व राखेचे लोंढे ताशी १०५० कि.मी. यापेक्षाही जास्त वेगाने बाहेर पडू लागले. यात स्वतःला सुरक्षित अंतरावर समजत असणारे अनेक लोक जागच्या जागीच जिवंत गाडले गेले. सुदैवाने त्या दिवशी रविवारची सुटी होती. नाही तर मरणाऱ्यांची संख्या फार मोठी झाली असती. तिथून ३० कि.मी. दूर असलेली माणसेही मारली गेली होती. या दुर्घटनेतून नाट्यमय रूपात बचावलेला हॅरी ग्लायकॅन नावाचा एक विद्यार्थी होता. तो सेंट हेलेन्सपासून फक्त ९ कि.मी. अंतरावर काम करीत असे. पण १८ मे रोजी तो काही कामानिमित्त बाहेर गेला होता. त्याच्या जागी काम करणारा डेव्हिड जॉन्स्टन मात्र दुर्दैवी ठरला. सेंट हेलेन्सच्या विस्फोटाची बातमी सर्वात अगोदर जॉन्स्टन यानेच दिली होती, पण दुसऱ्याच क्षणी त्याला मृत्यूने

१९९७ च्या ऑगस्ट महिन्यात मी सेंट हेलेन्सचा विझलेला ज्वालामुखी पहायला गेलो होतो. ज्वालामुखीचा उद्रेक होऊन तेव्हा १७ वर्षे होऊन गेली होती. उद्रेक झाला तेव्हा खूप मोठा प्रदेश बेचिराख झाला होता. त्यापैकी ज्वालामुखीच्या शिखराजवळचा एक मोठा भाग संरक्षित ठेवला आहे. तिथे गेल्यावर असे वाटते की ती घटना नुकतीच घडून गेली असावी. त्याचे एक महत्वाचे कारण असे की तिथे पाऊस फारच कमी पडतो, त्यामुळे नैसर्गिक झीज होण्याचे प्रमाण फारच कमी. शिवाय अमेरिकन सरकारची चोख आणि कडक व्यवस्था. त्या जागेवरून एक दगड देखील उचलून बाहेर आणण्यासाठी परवानगी घ्यावी लागते - अर्थात परवानगी मिळतच नाही! दगडांचे किंवा जळलेल्या झाडा-लाकडाचे तुकडे स्मृतिचिन्हे म्हणून भारी किमतीने विकत घ्यावी लागतात. असे असले तरी उतारावरून वाहत येता येता गोठलेला लाव्हा, उष्णतेमुळे जागीच जळून उभी राहिलेली झाडे असे सगळे पाहून आपण आश्चर्यचकित होऊन जातो. ज्वालामुखीच्या उद्रेकाच्या वेळी झालेला हाहाःकार आपल्याला प्रत्यक्ष पहायला मिळतो.

अमलेंदु सोमण

गाठले होते. (सुमारे ११ वर्षांनंतर ग्लायकॅन जपानमध्ये असताना अशाच एका ज्वालामुखीच्या स्फोटात मारला गेला.) या स्फोटात सेंट हेलेन्सची उंची ४०० मी. ने कमी झाली होती. त्याच्या भोवती ६०० वर्ग कि.मी. क्षेत्रात पसरलेले जंगल आणि इमारती नेस्तनाबूत झाले, सुमारे १,५०,००० पेक्षा जास्त घरांना पुरेल एवढे इमारती लाकूड

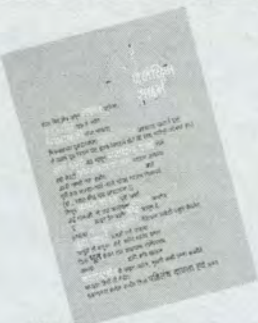
देण्याची क्षमता असलेले मोठ-मोठाले वृक्ष मुळापासून उन्मळून पडले होते. राख मिश्रित धूर १८,००० मी. च्या उंचीपर्यंत पसरला होता. या सर्व विनाशाला फक्त ६ मिनिटे लागली असावीत. सेंट हेलेन्सपासून ४५ कि.मी. लांब हवेत उडत असलेल्या एका विमानावरही दगडांचा वर्षाव झाला होता. स्फोट झाल्यावर सुमारे ९० मिनिटानंतर सेंट हेलेन्स इथून १३० कि.मी. अंतरावर असलेला वॉशिंग्टन राज्याच्या जवळपासच्या (५०,००० पेक्षा जास्त वस्ती असलेल्या) परिसरावर राखेचा वर्षाव होऊ लागला. राखेमुळे दिवसाही रात्रीसारखा अंधार पसरला होता. जनरेटर तसेच विजेवर चालणारी सर्व यंत्रे त्यात राख भरल्याने बंद पडली होती. लोकांच्या जेवणातही राख येत असे; थोडक्यात सारे जीवन अस्तव्यस्त झाले होते. रस्त्यांवरील रहदारी बंद झाली होती. विमानतळही बंदच होते.

हे सर्व घडण्याचे कारण होते सेंट हेलेन्स येथील ज्वालामुखीचा विस्फोट. त्याच प्रमाणे नेब्रास्का येथे तयार झालेली अवशेषांची खाण तिथून १६०० कि.मी. अंतरावर असलेल्या ब्रूनियू-जारबिज येथील ज्वालामुखीच्या स्फोटामुळेच अस्तित्वात आली होती यात शंका नाही.

जगात झालेल्या अशा लहान-मोठ्या उलथा-पालथीची इतरही अनेक उदाहरणे आहेत. अमेरिकेतील यलोस्टोन नॅशनल पार्क येथे घडलेली घटना सुद्धा अशीच आश्चर्यजनक आहे. त्याबद्दल पुन्हा कधीतरी.

बिल ब्रायसन यांच्या लेखावर आधारित

लेखक : **पु. के. चितळे**, जैवशास्त्राचे प्राध्यापक, निवृत्तीनंतरही सातत्याने लेखन, अनेक पुस्तके प्रकाशित व पुरस्कार प्राप्त.
मो. : 020-26840175



दैनंदिन संदर्भ
हे पुस्तक पाहिलेत ना ?

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

रोजच्या आयुष्यातल्या ठळक गोष्टींमागचं विज्ञान माहीत असायला हवं म्हणून !

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

प्रिय वाचक,

आपण संदर्भचा अंक नियमित वाचता. त्यातील कोडी सोडवता. त्यातले काही लेख कधी शाळेत, कॉलेजमधे शिकवताना, प्रोजेक्ट करताना किंवा इतरत्र वापरत असाल.

पण आपल्याला कोणते लेख आवडले, कोणते लेख आवडले नाहीत ते आमच्यापर्यंत पोचत नाहीत. तसेच आपल्या संदर्भकडून असलेल्या अपेक्षा आम्हाला कळत नाहीत. याबद्दल आम्हाला कळवलंत तर त्यानुसार अंकात बदल करण्याची आमची नेहमीच इच्छा असते. आपल्याकडून येणारा प्रतिसाद, अभिप्राय आमच्यासाठी महत्त्वाचा आहे. तुमच्या पत्रासोबत तुमचा पूर्ण पत्ता, दूरध्वनी क्र. आणि ईमेल पत्ता द्या.

संपर्कासाठी : neelimasahasrabudhe@gmail.com

फोन : पुणेकर : ९८५०९०४४७९

– संपादक

प्रतिसाद

अंक ६२ मधला घड्याळाचा इतिहास–माहिती आणि गमती हा लेख आवडला. त्यामध्ये सम्राट यंत्राचा म्हणजे राजा सवाई जयसिंहाने उभारलेल्या जंतरमंतरचा उल्लेख आहे. पण त्याही आधी, तेराव्या शतकात उभारलेल्या कोणार्कच्या सूर्यमंदिराची जी चाके आहेत, त्याचा उपयोग दिवसाचे प्रहर मोजण्यासाठी होतो. प्रहर म्हणजे तीन तास. या चाकांना आठ आरे आहेत, ते दिवसाचे आठ प्रहर सुचवतात. चाकाचा जो आस आहे त्याची सावली जिथे पडते त्यावरून चालू वेळ काढता येते.

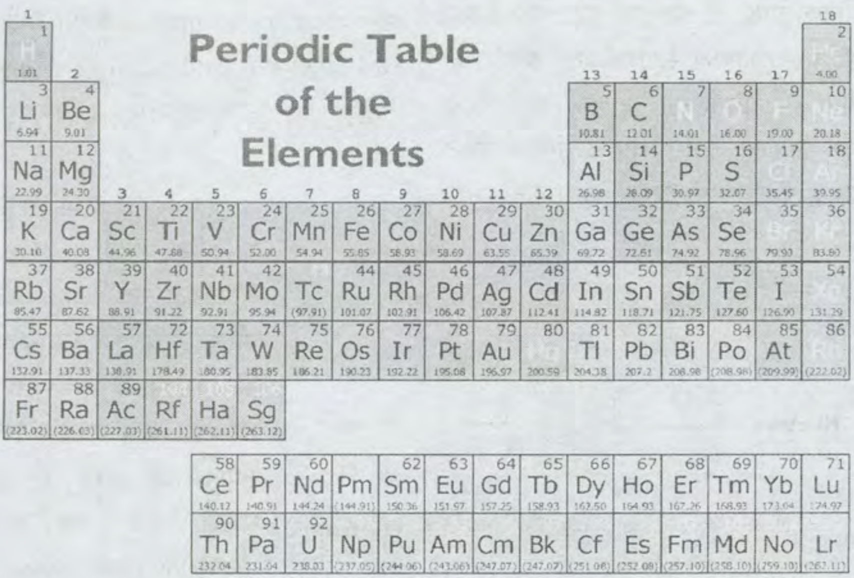
– सुमित्रा मराठे, पुणे.

ताऱ्यांची अपत्ये

लेखक : प्रशांत जयकुमार ● अनुवाद : पद्मा जोशी

रसायनशास्त्राच्या वर्गात आपल्याला आर्वतसारणी (periodic table) शिकवतात. त्यामध्ये अनेक उभ्या आडव्या ओळी असतात आणि प्रत्येक चौकोनात एकेका मूलद्रव्याची जागा असते. त्यामध्ये हायड्रोजन, ऑक्सीजन यासारखी ओळखीची आणि झिरकोनियम, एटेरबियम यासारखी अनोळखी मूलद्रव्ये असतात. त्यांचे अणू (atom) सारख्याच मूलभूत कणांनी बनलेले असतात. प्रत्येक अणूला धनभार असलेले केंद्र (nucleus) असत आणि त्यांच्या भोवती ऋणभारयुक्त कण म्हणजेच इलेक्ट्रॉन्स असतात. अणुकेंद्रामध्ये धनभारयुक्त प्रोटॉन्स आणि कोणताही विद्युतभार नसलेले न्यूट्रॉन्स असतात.

अणुकेंद्रात जितके प्रोटॉन असतात त्या संख्येला त्या मूलद्रव्याचा अणुअंक - ॲटोमिक नंबर म्हणतात. आवर्तसारणी मधील मूलद्रव्यांची रचना ही त्यांच्या अणुअंकानुसार असते. जवळच्या काही गटांमधल्या मूलद्रव्यांचे गुणधर्म सारखे असतात. त्यानुसार त्यांचे गट पाडून अभ्यास



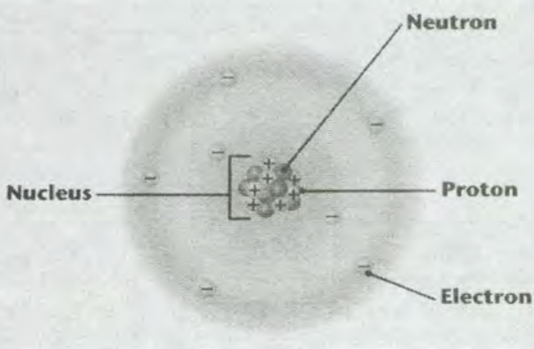
करता येतो.

विषमता

एखाद्याला आश्चर्य वाटेल की पृथ्वीवर कॅल्शियम आणि मॅग्नेशियमसारखी काही मूलद्रव्ये अगदी सहज उपलब्ध असतात आणि सोने आणि प्लॅटिनमसारखे धातू खूपच दुर्मिळ असतात. कॅल्शियमच्या दर १० कोटी अणूमागे सोन्याचा एक अणू असे प्रमाण असते. हा एवढा फरक का असतो हा एक संशोधनाचाच विषय झाला.

शोधाच्या पहिल्या पायऱ्या

१८६८ मध्ये फ्रेंच शास्त्रज्ञ पिअरे जॅनसीन नावाच्या शास्त्रज्ञाने मूलद्रव्यांचे मूळ शोधण्यासाठी मोठाच टप्पा गाठला. अलिकडेच २२ जुलै २००९ रोजी झालेल्या ग्रहणाप्रमाणेच तेव्हा झालेले खग्रास सूर्यग्रहण पाहण्यासाठी तो भारतात गुंटूर येथे आला होता. ग्रहणामध्ये सूर्याचा प्रखर प्रकाशाचा भाग (फोटोस्फिअर) चंद्रामुळे काही काळ पूर्ण झाकला जातो. त्यामुळे सूर्याचा जास्त उष्ण परंतु कमी प्रखर असलेला भाग (क्रोमोस्फिअर) हा काही खास पद्धतींमुळे दिसू लागतो.



क्रोमोस्फिअरचे वर्णपटलेखन करीत असतांना जॅनसीन आणि नॉर्मन लॉकयर या शास्त्रज्ञांना स्वतंत्रपणे एक वेगळीच गोष्ट आढळली. क्रोमोस्फिअरच्या वर्णपटांत अशी एक रेघ दिसली की जी पृथ्वीवरच्या कोणत्याच मूलद्रव्याच्या वर्णपटांत दिसली नव्हती. त्यामुळे ते अशा निष्कर्षाला पोहोचले की हे नवीनच मूलद्रव्य आहे. सूर्याला ग्रीक भाषेत 'हेलियस' म्हणतात म्हणून या मूलद्रव्याचे 'हेलियम' असे नांव ठेवले गेले. संशोधनाच्या इतिहासात प्रथमच एखादे मूलद्रव्य पृथ्वीबाहेर सापडले. जर एखादे मूलद्रव्य सूर्यावर सापडते, तिथे निर्माण होते तर मग इतर ताऱ्यांचे काय ? शास्त्रज्ञांचे लक्ष मग याच एका गोष्टीवर केंद्रित झाले. इथेच विश्वातली वेगवेगळी मूलद्रव्ये बनत होती की काय ? याचा जोरदार विचार सुरू झाला.

१९०५ सालामध्ये अल्बर्ट आईनस्टाइनने त्यांचे जगप्रसिद्ध सूत्र $E=mc^2$ हे मांडले. याचा अर्थ असा आहे की वस्तुमान (m) आणि ऊर्जा(E) यांचं एकमेकांमध्ये रूपांतर होऊ शकतं. १९१९ साली एक अमेरिकन अवकाशतज्ज्ञ (Astronomer)

हेन्री रसेल याने असे दाखवून दिले की ताऱ्यांचे तपमान इतके प्रचंड असते (कोट्यवधी डिग्री) की अनेक मूलद्रव्ये अत्यंत वेगाने प्रक्रिया करण्याच्या अवस्थेत असतात. फ्रान्सिस ॲसटॉन याने १९२० मध्ये अतिशय काळजीपूर्वक मोजमापे घेऊन असे दाखवून दिले की एक हेलियमचा अणू हा चार हैड्रोजनच्या अणूंपासून बनतो. पण त्या एका अणूचे वजन हैड्रोजनच्या चार अणूंपेक्षा किंचितसे कमी असते. म्हणजेच हैड्रोजन पासून हेलियम बनताना थोड्याशा वस्तुमानाचं ऊर्जेमध्ये रूपांतर होतं. हीच ती बाहेर पडणारी ऊर्जा.

रहस्याचा उलगडा

पुढे हॅन्स बेथे ह्यांनी 'न्युक्लअर फ्यूजन' थिअरी मांडली. त्यातून असे स्पष्ट झाले की हैड्रोजनचा १ केंद्रबिंदू हा इतर हैड्रोजनच्या केंद्रबिंदूशी एकत्र येऊन हेलियम बनतो आणि प्रचंड ऊर्जा बाहेर पडते. त्यामुळे सूर्य अब्जावधी वर्षे प्रखर आणि तप्त राहिला आहे. ही एकत्र येण्याची (फ्यूजन) क्रिया आकाशात दिसणाऱ्या प्रत्येक ताऱ्यामध्ये घडत असते. खरोखर यामुळेच अनंत तारे आकाशात दिसतात. यापेक्षा दुसरी कोणतीही शक्ती ताऱ्यांना इतका काळ प्रज्वलित ठेवू शकत नाही. याशिवाय अजून एक गोष्ट अशी की या ताऱ्याचं वजन प्रचंड असतं. इतकं की त्या गुरुत्वाकर्षणामुळे त्याचं आकारमान जवळजवळ नष्ट होईल. पण प्रचंड ऊर्जा स्रोतामुळे असं होत नाही. ही ऊर्जा गुरुत्वाकर्षणाच्या विरूद्ध काम करते.

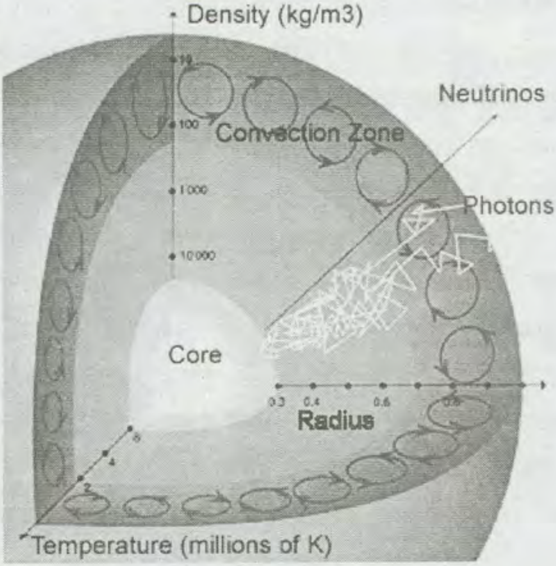
जसा हैड्रोजनपासून हेलियम बनतो तशीच इतरही मूलद्रव्ये बनत असणार. एकत्र येणाऱ्या केंद्रांची (फ्यूजन रिॲक्शन) संख्या बदलली की वेगळी मूलद्रव्ये तयार होणार. याचा पाठपुरावा करून शास्त्रज्ञांनी पिरिऑडिक टेबलमधल्या हैड्रोजन (अणुअंक १) पासून लोह-आयर्न (अणुअंक २६) पर्यंत सर्व मूलद्रव्ये कशी तयार होतात ते शोधून काढले. जसजसा अणुअंक वाढतो, तसतसे या प्रक्रियेला आवश्यक असणारे तापमान वाढते. लोह तयार होण्यासाठी ताऱ्याचं तापमान जवळजवळ शंभर कोटी डिग्री असतं. यानंतर तापमान वाढलं की त्या ऊर्जेमुळे लोहाचं विघटन व्हायला लागतं. त्यामुळे लोहापेक्षा मोठा अणुअंक असलेली मूलद्रव्ये या पद्धतीने (फ्यूजन) तयार होत नाहीत.

उरलेल्यांचे काय ?

कुठलाही तारा न्यूक्लिअर फ्यूजनने लोहापेक्षा जड मूलद्रव्ये तयार करू शकत नाही तर मग आपण रोज वापरतो ती तांबे, जस्त आणि शिसे यासारखी जड मूलद्रव्ये कुठून आली ?

त्यांचे उत्पादन हे राखेतून उत्पन्न होण्याप्रमाणे अविश्वसनीय आहे. जेव्हा लोहाचे विघटन होते ते पार हैड्रोजन पर्यंत जाते. असे विघटन होण्यासाठी प्रत्येक वेळी केवढी तरी ऊर्जा वापरली जाते. आता

गुरुत्वाकर्षणाला विरोधी ऊर्जा उरत नाही आणि स्वतःच्या वजनाच्या प्रभावाने तारा आकसण्याला पर्याय उरत नाही. छिद्र पडलेल्या फुग्याप्रमाणे तो आकसतो पण पूर्णपणे नष्ट होत नाही कारण तेव्हा दुसरी नवी आण्विक क्रिया तिथे सुरू होते.



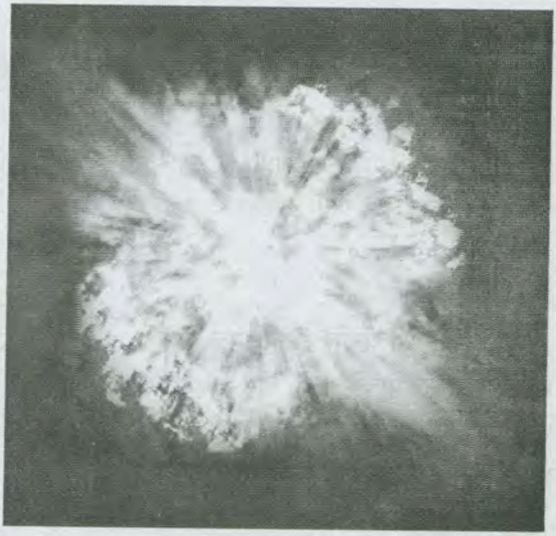
या आकसण्याच्या क्रियेमध्ये प्रोटॉन्स आणि इलेक्ट्रॉन्स एकत्र येऊन न्यूट्रॉन्स तयार होतात. ताऱ्याच्या आत खोल न्यूट्रॉनचा एक गाभा तयार होतो आणि तो त्या आकसणाऱ्या ताऱ्याला अटकाव करतो. ताऱ्याची बाहेरील आवरणे न्यूट्रॉनच्या गाभ्यावर आदळून परत बाहेर फेकली जातात, एखाद्या भिंतीवरून आदळून फेकल्याप्रमाणे. आणि न्यूट्रॉनचा गाभा (कोअर) सोडून बाकी सर्व बाहेरील अवकाशात फेकले जाते. हा एक प्रचंड असा स्फोट असतो. यालाच सुपरनोव्हा म्हणतात.

सुपरनोव्हा

आपल्या विश्वामध्ये असा नेत्रदीपक स्फोट डोळ्यांना दिसणं अतिशय दुर्मिळ असतं. साध्या डोळ्यांनी पृथ्वीवरून दिसू शकलेला सगळ्यात शेवटचा स्फोट १९८७ मध्ये डोरॅडस या नक्षत्रामध्ये दिसला. काही दिवस तो दिवसाच्या उजेडातही दिसू शकत होता. चित्रामध्ये या सुपरनोव्हा स्फोटामधली वायूची प्रकाशमान वलये दिसत आहेत. स्वच्छ चांदण्या रात्री पृथ्वीवरून तुम्हाला लक्षावधी तारे दिसत असले तरी एखादा सुपरनोव्हा उभ्या आयुष्यात पाहणं म्हणजे भाग्यच !

सुपरनोव्हा स्फोटामध्ये बाहेर फेकले जाणारे अवशेष म्हणजे प्रोटॉन्स, हेलियमचे अणुकेंद्र आणि न्यूट्रॉन्स यांचे एकत्रित मिश्रण असते. ते अजूनही खूप उच्च तापमानाला असते. त्यामुळे यांच्यामध्ये पुन्हा एकदा एकत्र येण्याच्या प्रक्रिया सुरू होतात. पुन्हा लोहापर्यंतची सर्व मूलद्रव्ये तयार होतात. परंतु यावेळी न्यूट्रॉन्स पण तेथे असतात. लोहचुंबकांचे सारखे ध्रुव जसे एकत्र येऊ शकत नाहीत पण साध्या धातूचे तुकडे एकमेकांना जोडले जाऊ शकतात तसे प्रोटॉन्स लोहाला जोडले जात

नाहीत पण न्यूट्रॉन्स लोहाच्या अणुकेंद्रात जोडले जाणे खूप सोपे असते.



हे न्यूट्रॉन्सचे चिकटणे इतके वेगाने आणि इतक्या प्रमाणात होते की स्फोट संपायच्या वेळेपर्यंत काही अतिशय अस्थिर अशी मूलद्रव्ये त्यांच्यामधे असलेल्या प्रचंड न्यूट्रॉनसह तयार झालेली असतात.

मूलद्रव्यांची गळती

अजूनही प्रक्रिया चालूच असतात. त्यामध्ये ही मूलद्रव्ये, जास्ती असलेले न्यूट्रॉन्स पुन्हा प्रोटॉन्समधे बदलतात. न्यूट्रॉन्सची संख्या कमी झाल्यामुळे ते पुन्हा स्थिर होतात. न्यूट्रॉन्सचे प्रोटॉन बनल्यामुळे लोहापेक्षा जास्त अणुअंक असलेली मूलद्रव्ये तयार होण्यात या प्रक्रियेचा शेवट होतो

सुपरनोव्हा अगदी दुर्मिळ असतात आणि फक्त काहीच ताऱ्यांमध्ये होतात. त्यामुळे त्यातून निर्माण होणारी सोने, चांदी, प्लॅटिनम सारखी मूलद्रव्ये देखील दुर्मिळ असतात. आता जेव्हा कधी तुम्ही सोने, चांदी बघाल तेव्हा काळ आणि अवकाशातल्या अणूंचा महाप्रचंड प्रवास डोळ्यापुढे आणा. त्यातील जड मूलद्रव्यांचे अवशेष गुरुत्वाकर्षणाने ताऱ्यांच्या नव्या पिढीत लोटले जातात. ताऱ्याचे हे जन्म, मृत्यू आणि पुनर्जन्माचे वैश्विक चक्र पूर्णत्वाने सुरू राहते.

हे नवे निर्माण झालेले तारेपण याच चक्रातून जातात. या विश्वातून ते जे जे काही घेत असतात ते सगळे परतही करतात. अशाच एका चक्रामधून सूर्याची निर्मिती झाली. पृथ्वी आणि इतर ग्रह अस्तित्वात आले आणि हळूहळू पृथ्वीवर जीवसृष्टी अस्तित्वात आली. आपण पृथ्वीवर जन्माला आलो परंतु आपल्या शरीरातील अणू हे असेच बाहेरील अवकाशातून आलेले आहेत. आपण सर्वजण ताऱ्यांची अपत्ये आहोत. कदाचित भविष्यात निर्माण होणाऱ्या ताऱ्यांचे मायबापही असू.

◆

जंतरमंतर जुलै–ऑगस्ट २००९ मधून साभार

लेखक : **प्रशांत जयकुमार**, द इन्स्टिट्यूट ऑफ मॅथेमॅटीकल सायन्सेस चेन्नई, येथे कार्यरत.

अनुवाद : **पद्मा जोशी**, हवामान खात्यात अनेक वर्षे काम. फोन : २५४२४४९०.

एकम् दहम् शतम्...

लेखक : राधेश्याम थवाईत
अनुवाद : प्रीती केतकर

त्या दिवशी वर्गात अकरा मुलं जमली होती. चार मुलं पाचवीतली, चार चौथीतली आणि तीन तिसरीतली होती. मी वर्गात प्रवेश केल्याबरोबर सर्व मुलांनी उभं राहून 'नमस्ते' केलं. मी सगळ्यांना बसायला सांगितलं. त्यांच्याशी थोड्या गप्पा मारल्या. आणि पाचवीचं गणिताचं पुस्तक चाळलं. मला असं वाटलं की मुलांशी आकड्यांच्या स्थानिक किंमतीबद्दल बोलावं. म्हणून मी पाचवीच्या मुलांना उद्देशून म्हटलं, ''चला आपण आकड्यांच्या स्थानिक किंमतीबद्दलची काही उदाहरणं सोडवूया.'' सगळी मुलं उत्साहानं, ''यस सर.'' म्हणाली.

मी फळ्यावर एक संख्या लिहिली : ४८५६७ - यातल्या प्रत्येक आकड्याची स्थानिक किंमत सांगा. मुलांना विचारलं, ''कोण सांगणार याचं उत्तर?'' वर्गातल्या सगळ्या मुलांनी हात वर करून म्हटलं, ''मी सांगणार. मी सांगणार.'' चौथीच्या मुलांनीसुद्धा हात वर करून आपण सांगू शकत असल्याची खात्री दिली होती. मी एका मुलीला फळ्याजवळ बोलावलं. ती आली आणि तिनं उत्तर लिहिलं ते असं होतं चार ची स्थानिक किंमत चार आहे,

आठची ऐंशी, पाचची पाचशे, सहाची सहा हजार आणि सातची सत्तरहजार. संपूर्ण उत्तर लिहून होईपर्यंत मुलगी एक अक्षरही बोलली नाही, चूपचाप लिहीत होती. तिचं लिहून झाल्यावर मी तिला विचारलं, ''हे उदाहरण तू तुझ्या वहीत सोडवलं आहेस का?'' ती म्हणाली, ''हो.'' मी म्हटलं, ''मग त्याच्याशी हे जरा ताडून बघ बरं.'' फळ्यावरचं उत्तर वहीतल्या उत्तराशी ताडून पाहिल्याबरोबर ती म्हणाली, ''अरे, हे तर अगदीच चुकलंय.'' मी म्हटलं, ''आता तू काय करणार?'' मुलीनं विचारलं, ''मी परत सोडवू?'' मी म्हटलं, ''सोडव.'' ती पुन्हा लिहायला लागली. ह्यावेळी तिनं उत्तर असं लिहिलं होतं - सातची स्थानिक किंमत सात आहे, सहाची साठ, पाचची पाचशे, आठची आठ हजार आणि चारची चाळीस हजार, आत्ताही ती एक अक्षरही न बोलता चुपचाप लिहीत होती. मी म्हटलं, ''शाब्बास. पण मगाशी तुझं का चुकलं?'' मुलगी म्हणाली, ''मी चुकून उलटं लिहिलं.''

आता मला प्रश्न पडला की मुलांना आकड्यांची स्थानिक किंमत ही कल्पना खरोखर समजलीय की नाही? मी पुन्हा फळ्यावर लिहिलेल्या संख्येतल्या एकेक आकड्यावर बोट ठेवून विचारलं - (४ वर बोट ठेवून) ह्याची किंमत? मुलीनं सांगितलं चार, -- ह्याची? - आठ, -- ह्याची? पाच, -- ह्याची? सहा आणि -- ह्याची? सात. इतर मुलांना विचारलं तेव्हा, त्यांनीही अशीच उत्तरं दिली. मला कळेना, मुलं एकाच प्रश्नाची वेगवेगळी उत्तरं का

देत होती? लेखी लिहिताना बरोबर आणि तोंडी सांगताना चुकीचं. मी सगळ्यांना पुन्हा एक संख्या दिली. ५२१२ मधल्या प्रत्येक आकड्याची स्थानिक किंमत सांगा. पुन्हाही सगळ्या मुलांनी वहीमध्ये लिहिताना बरोबर लिहिलं आणि तोंडी सांगताना चुकीची उत्तरं दिली. आता मी त्या मुलीला दोनशेबारा संख्या लिहायला सांगितली. तिनं लिहिलं २००१२.

मुलं असं का सांगतायत हे जाणून घेण्यासाठी मी मुलांना विचारलं की इथे पहिल्या उदाहरणात आठची स्थानिक किंमत आठ हजार लिहिली आहे. पण मी जेव्हा तोंडी विचारतो तेव्हा तुम्ही आठ का सांगता? तेव्हा एका मुलानं सांगितलं, ''आम्हाला मॅडमनी असं शिकवलंय की एकएक शून्य वाढवत जा म्हणजे आपोआप स्थानिक किंमत बरोबर येते.''

ह्या सर्व प्रकाराच्या मुळाशी जावं ह्या विचारानं आम्ही त्या शिक्षिकेशी बोललो आणि वर्गात एक स्थानिक किंमतीबद्दलचं उदाहरण समजावून सांगा अशी विनंती केली. त्यांनी ४३१२ या संख्येतल्या प्रत्येक आकड्याची स्थानिक किंमत सांगा' ह्या प्रश्नाचं उत्तर असं दिलं – ''बघा, मी तुम्हाला शिकवलं होतं ना, आपण एकमपासून सुरुवात करू... दोनची स्थानिक किंमत आहे दोन, इथे शून्य लावायचं नाही. एकची किंमत आहे दहा – एक शून्य लावलं. तीनची तीनशे – दोन शून्य लावली, चारची चार हजार – तीन शून्य लावली . अशा तऱ्हेनं प्रत्येक आकडा लिहिताना एकेक शून्य वाढवत जा म्हणजे त्या संख्येतील आकड्यांची स्थानिक किंमत आपोआप येते. शिक्षिका जेव्हा फळ्यावर प्रश्न सोडवत होती तेव्हा मुलंही त्यांच्याबरोबर म्हणत होती – एक शून्य – दोन शून्य वगैरे.

हे सगळं बघितल्यावर मनात अनेक प्रश्न उभे राहिले – मुलांना संख्या ओळखता येते का? मुलांना आकड्याची स्थानिक किंमत म्हणजे काय हे कळलंय का? मुलं लेखी लिहिताना स्थानिक किंमत बरोबर लिहितात पण तोंडी सांगताना चुकतात असं का? स्थानिक किंमत काढायला शिकवण्याची शिक्षिकेची पद्धत बरोबर आहे का? – वगैरे.

सर्वात महत्त्वाचा प्रश्न असा आहे की सध्याच्या परीक्षा व्यवस्थेमध्ये स्थानिक किंमत सांगण्याच्या प्रश्नाचं मुलं अशा यंत्रवत पद्धतीनं उत्तर काढत असतील आणि त्यांना पैकीच्या पैकी मार्क मिळत असतील तर ते मूल्यांकन योग्य आहे का? आणि ह्याला खऱ्या अर्थानं शिकणं म्हणू शकतो का?

◆

शैक्षणिक संदर्भ जुलै २००८ मधून साभार.

लेखक : **राधेश्याम थवाईत**, छत्तीसगढ शैक्षणिक संदर्भ केंद्र (एकलव्य फाऊंडेशन) रायपूर येथे काम करतात.

अनुवाद : **प्रीती केतकर**, पालकनीती गटात सहभागी, फोन : २५४५२१७३.

वसुंधरेचा पारा चढतोय

तापमानवाढीचे कारण निसर्ग?

भाग - २

लेखक : प्रकाश बुरटे

आंतरराष्ट्रीय पातळीवर ग्रीन हाऊस वायूंच्या परिणामांचा विचार करताना त्यात देशोदेशींचे स्वार्थ कसे डोकावतात हे आपण पाहिले. तापमान वाढीचे कारण मानवनिर्मित ग्रीनहाऊस वायू नाही तर त्यामागील कारणे नैसर्गिक आहेत, असाही एक मतप्रवाह जगभरच्या तज्ज्ञांमध्ये चालू आहे. या दुसऱ्या गटांतील तज्ज्ञ मंडळीचे म्हणणे थोडक्यात असे आहे :

• वातावरणात केवळ सुमारे ५ टक्के कार्बनडायऑक्साईड वायू मानवनिर्मित आहे, तर उरलेला ९५ टक्के नैसर्गिक आहे. मानव निर्मित वायू थोडा वाढला तर निसर्गाचा समतोल एवढा ढळणे, या तज्ज्ञांना बरोबर वाटत नाही.

• सूर्यापासून पृथ्वीला मिळणाऱ्या उष्णतेत चक्रीय फरक पडतात, पृथ्वीच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या कक्षेतदेखील सूक्ष्म फरक पडत असतात, पृथ्वीवर टेक्टॉनिक ॲक्टिविटी चालू असतात आणि पृथ्वीवर ज्वालामुखीही जागे होत असतात. त्यातून अनेक प्रकारचे ग्रीनहाऊस वायू मोठ्या प्रमाणात वातावरणात सोडले जातात.

• वरील गोष्टींच्या परिणामांमुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे सरासरी तापमान वाढते. त्यामुळे समुद्राच्या पाण्याचे जास्त वेगाने बाष्पीभवन होते. वातावरण ढगाळ झाल्यामुळे वातावरण पार करून कमी उष्णता बाहेर उत्सर्जित होते. त्यामुळे तापमान वाढते. भाकिते वर्तविताना वातावरणातील वाफेचा सर्वांगीण विचार होत नाही.

• नैसर्गिक कारणांमुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे सरासरी तापमान खूप कमी

झाल्याने हिमयुगे अवतरली आहेत. पृथ्वीवर किमान चार मोठी हिमयुगे झाली आहेत. दोन हिमयुगांच्या दरम्यानच्या काळात ध्रुवप्रदेशांवर किंवा उंच पर्वतशिखरांवरदेखील बर्फ नव्हते. हिमयुगांचा मान्य असलेला संक्षिप्त तपशील पुढील प्रमाणे सांगता येतो :

१. सर्वात प्राचीन हिमयुग सुमारे २२०-२७० कोटी वर्षांपूर्वी झाले असावे असा कयास आहे. याबाबतचे पुरावे अती कच्चे आहेत.

२. काही अंशी पुरावे उपलब्ध असलेले पहिले हिमयुग ६५ ते ९५ कोटी वर्षांपूर्वी होऊन गेले असावे. हे हिमयुग ऐन भरात असताना पृथ्वीच्या विषुववृत्तापर्यंत बर्फ पसरलेले असावे असा अंदाज आहे. ज्वालामुखींच्या उद्रेकामुळे वातावरणातील कार्बनडायऑक्साईडचे प्रमाण बरेच वाढले आणि त्यामुळे या हिमयुगाला ओहोटी लागली असावी.

३. त्यानंतरचे दुसरे हिमयुग सुमारे ४३ ते ४६ कोटी वर्षांपूर्वी होऊन गेले. याच्या ऐन भराच्या काळात फक्त दोन्ही ध्रुवप्रदेश बर्फाच्छादित राहिले.

४. तिसरे हिमयुग २२ ते २५ कोटी वर्षांपूर्वी झाले असावे. या हिमयुगात आजच्या अंटार्टिकाच्या आसपासचा भाग बर्फानं आच्छादला गेला.

५. सध्या चालू असणारे चौथे हिमयुग सुमारे २५ ते ३० लाख वर्षांपूर्वी सुरू झाले आहे आणि ते अजूनही चालू आहे. या काळात दर ४० हजार ते एक लाख वर्षांच्या मुदतीने बर्फाच्छादित प्रदेश वाढत आणि नंतर कमी होत होते. या हिमयुगातील बर्फाच्छादित प्रदेशाची शेवटची वाढ गेल्या १० हजार वर्षांपूर्वी ओसरू लागली. आता बर्फाच्छादित प्रदेश कमी होत आहेत. या हिमयुगाचा सध्या उरलेला परिणाम फक्त दोन्ही ध्रुवप्रदेश, ग्रीनलँड आणि अँटार्क्टिक हे भूखंड बर्फाच्छादित असण्यातून दिसतो.

मानवाच्या सर्वात जुन्या अस्तित्वाचे पुरावे सुमारे २ लाख वर्षापूर्वीचे आहेत. त्यामुळे वरील चारपैकी तीन हिमयुगे तर माणसाच्या अस्तित्वापूर्वीची मानणे भाग आहे. सध्याच्या तापमान वाढीचे कारण हिमयुग संपत आले हेदेखील असू शकेल. वरील सर्व घटकांचे परिणाम वजा केल्याशिवाय वाढत्या तापमानामागे मानवी उठाठेव किती महत्त्वाची हे ठरविता येणार नाही, असे दुसऱ्या गटातील तज्ज्ञ माणसे सांगत आहेत.

पृथ्वीच्या सरासरी तापमानात नैसर्गिक घटनांमुळे फरक पडतात. त्याचे कारण मानवनिर्मित नाही, हे मत पटले की, मानवी उठाठेव निरुपद्रवी ठरते. साहजिकच रिओ द जानेरियो येथील १९९३ सालची 'अर्थ समीट (वसुंधरा परिषद)', जपानमधील क्योटो या शहरी १९९७ साली प्रदूषणाच्या संदर्भात सह्या झालेली आचारसंहिता (क्योटो प्रोटोकॉल), कॅनडातील मॉन्ट्रियल येथे २००५ साली झालेल्या आंतरराष्ट्रीय क्लायमेट परिषदेत क्योटो आचार संहितेला ठोस रूप द्यायचा प्रयत्न आणि २००९ डिसेंबर मधील

कोपनहेगन येथील जागतिक परिषद असे सारे प्रयत्न निरर्थक ठरतात.

हवामान हेदेखील शस्त्र

ग्रीनहाऊस परिणाम आणि कारणे याशिवायदेखील एका मानवनिर्मित घटकाचा उल्लेख वसुंधरेच्या तापमान वाढीच्या संदर्भात केला जातो. तो म्हणजे वातावरण-हवामान यांचाच शस्त्रासारखा वापर करण्याच्या दिशेने होणारे प्रयोग. असे प्रयोग होत असण्याची शक्यता आहेच. कारण माणसाने अणकुचीदार दगड, धरणांचे बांध, आंतरगोल आरसे, वस्तुमान आणि ऊर्जेचा संबंध स्पष्ट करणारी आईन्स्टाईनची सूत्रं, मानवी बॉंब, मोटर गाड्या, विमानं, अशा किती तरी गोष्टींचा शस्त्र म्हणून उपयोग केला आहे. सायंकाळच्या प्रार्थनांना पुरून उरणारी फळफळती शत्रुबुद्धी नेहमीच विज्ञान-तंत्रज्ञानाला शस्त्रास्त्र निर्मितीच्या दावणीला बांधत आलेली दिसते.

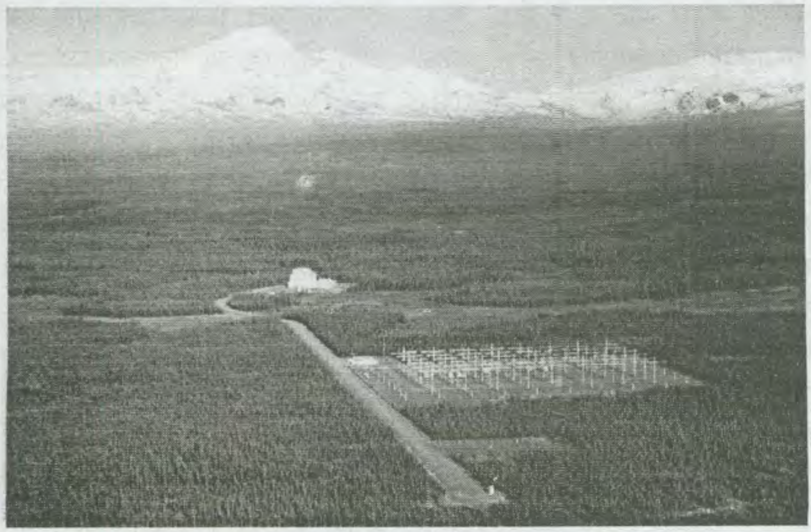
महाभारतासह जगातील अनेक प्राचीन महाकाव्यांनीदेखील पर्जन्यास्त्र, पवनास्त्र, अग्न्यस्त्र अशा हवामानाशी संबंधित गोष्टींचा अस्त्राप्रमाणे वापर करण्याची कल्पना कित्येक हजार वर्षांपूर्वीच केली होती. जंगलातील आगी, महापूर, दुष्काळ, अवकाळी पाऊस, वादळं, चक्रीवादळं, प्रलय, समुद्राचं खवळणं, ज्वालामुखींचे उद्रेक, भूकंप, त्सुनामी, अशा प्रचंड विध्वंसक घटना खूप पूर्वीपासून जगभर घडत आल्या आहेत. अशा घटनांना अजूनही 'निसर्गाचा प्रकोप' म्हटलं जातं. गेल्या दहा पंधरा वर्षांत निसर्ग प्रकोपांची तीव्रता आणि वारंवारता (फ्रिक्वेन्सी) मोठ्या प्रमाणात वाढली आहे. बंदुकीत गोळी भरली की बंदूक कुठेही नेऊन उडवायला अगदी छोटा खटका पुरा पडतो. त्याच न्यायाने निसर्गाचे प्रकोप होण्याचा मालमसाला वातावरणात तयार असेल तर (तो पृथ्वीवर कुठे ना कुठे सतत तयार होत असतोच) त्यांची जागा बदलायला फार कमी ऊर्जा लागेल. त्यामुळे हवामानाचा आणि पृथ्वीचा वापर शस्त्र किंवा अस्त्र म्हणून करणे तत्वत: शक्य आहे.

शस्त्रबुद्धीचा 'विकास' झाला, की पाहिजे तेव्हा आणि पाहिजे तिथं 'निसर्गाचे प्रकोप' घडवण्यासाठी संशोधन करणं सहज शक्य आहे. तसे संशोधन गुप्तपणे केले जात आहे, असे किमान आरोप तरी होत आहेत. या संशोधनाला स्वसंरक्षण, देशप्रेम, विज्ञानाची प्रगती अशी शेलकी लेबले डकवता येतात. शिवाय, ज्यांच्यावर आरोप होत आहेत त्यांच्या हाती प्रगत प्रयोगशाळा, ज्ञान निर्मितीची साधनं, गुप्तता राखण्याची व्यवस्था, माध्यमं, युनोसारखी यंत्रणा, आर्थिक आणि राजकीय सत्ता, नोबेल पारितोषिक विजेते वैज्ञानिक-तंत्रज्ञ असा फौजफाटा आहे. त्या तुलनेत अपवाद वगळता आरोप करणारी मंडळी सर्वच बाबतीत कमकुवत आणि म्हणून बऱ्याच प्रमाणात हतबल आहेत.

याचा फायदा घेऊन गेल्या दहा पंधरा वर्षात तथाकथित निसर्ग प्रकोपाची तीव्रता आणि वारंवारता (फ्रिक्वेन्सी) मोठ्या

प्रमाणात वाढल्याची कारणे म्हणून वसुंधरेचे वाढते तापमान किंवा/ आणि सूर्यापासून पृथ्वीला मिळणाऱ्या ऊर्जेतील बदल यांचा सतत मारा तर केला जात नसेल? या कारणांवर सर्वांचे लक्ष वळविणे हा बुद्धीभेद तर नसेल? जागतिक वसुंधरा परिषदा, डिसेंबर २००९ मधील कोपनहेगन येथील हवामान विषयक जागतिक परिषद, त्यांतून चालणाऱ्या ग्रीनहाऊस वायूंवर नियंत्रणे घालण्याचे प्रयत्न, कार्बन व्यापाराची स्वार्थी गणितं, विकसित आणि विकसनशील देश यांतील राजकारण यांतून जागतिक पातळीवर प्रचंड फसगत तर पसरविली जात नसेल?

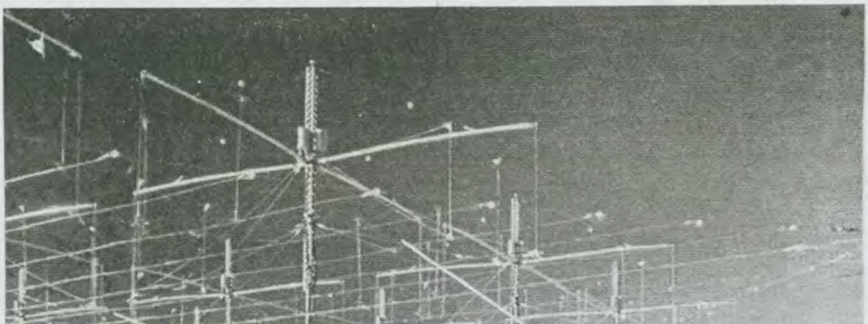
उदाहरण म्हणून १९९३ पासून अलास्का, अमेरिका येथे कार्यरत असणाऱ्या 'हार्प' (हायफ्रिक्वेन्सी ॲक्टिव्ह ऑरोरल रिसर्च प्रोग्रॅम) या प्रोग्रॅमचा विचार करूया. हा प्रोग्रॅम अमेरिकन आरमार आणि हवाईदलाच्या बजेटमधून साकारला आहे. प्रकल्पाच्या परिसराभोवती अमेरिकन मरीन्सची गस्त असते. ११ सप्टेंबरच्या ट्विन टॉवरवरील हल्ल्यानंतर या प्रकल्पाच्या संरक्षणासाठी पॅट्रियट मिसायल्स सज्ज ठेवली आहेत. येथे अनेक प्रकारच्या यंत्रणा कार्यरत आहेत. त्यातील 'आयनोस्फेरिक रिसर्च इन्स्ट्रुमेंट' ही प्रमुख यंत्रणा आहे. त्यातील २५ मीटर उंचीचे (नोबतच्या छायाचित्रात दिसणारे) १८० टॉवर उच्च वारंवारितेची (हायफ्रिक्वेन्सी) ऊर्जा वातावरणाच्या सर्वात वरच्या पातळीवर (आयनोस्फिअर) उत्सर्जित करू शकतात. खुल्या माहितीप्रमाणे या यंत्रणेद्वारे पृथ्वीच्या वातावरणातील आयनोस्फिअर आणि मॅग्नेस्टोस्फिअरवर प्रभाव पाडता येतो. त्यामुळे शत्रू देशांच्या मिसाईलवर लक्ष ठेवणाऱ्या रडार यंत्रणा निष्प्रभ करता येतात, खोल समुद्रातील पाणबुड्यांशी संवाद शक्य होतात,



जमिनीखालील गुप्त केंद्रे आणि भुयारे शोधता येतात, कुठल्याही इलेक्ट्रॉनिक यंत्रणा निकामी करता येतात, अवकाशातील उपग्रह नष्ट करता येतात, इत्यादी. थोडक्यात आकाश, पाणी, जमीन आणि जमिनीखालील शत्रूच्या शस्त्रास्त्राची नाकेबंदी करता येते. म्हणजे हे संशोधन स्वसंरक्षणासाठी आहे. परंतु या प्रकल्पाचे खायचे आणि दाखवायचे दात वेगळे आहेत, असा आरोपकर्त्यांचा दावा आहे. या केंद्राच्या मदतीने पृथ्वीभोवतालच्या आयनोस्फिअरमधील विवक्षित जागी उर्जा उत्सर्जित करून योग्य परिस्थितीत लगतच्या वातावरणात मोठे बदल घडविता येतात. त्यायोगे शत्रूप्रदेशात कॅट्रिना किंवा रीटा यांच्या धर्तीचे 'नैसर्गिक प्रकोप' कृत्रिमपणेदेखील घडवून आणता येतात. नेमके उदाहरण द्यायचे तर कॅट्रिना किंवा रीटा ही चक्रीवादळे रशियाने घडवून आणली, असे अमेरिकेत आरोपही झाले आहेत. अशी संशोधन केंद्रे अनेक विकसित देशांनी उभारली आहेत.

परंतु अशा प्रकारच्या संशोधनाची भलावण करणारे म्हणतात, 'जग कपटकारस्थानांवर चालत नसतं, विज्ञानरंजन कथा-कादंबऱ्यांचे नवे पीक देऊ शकणाऱ्या 'हवामानअस्त्र' या कल्पनांना वास्तवात आधार नाही. आधार असलाच तर तो आरोप करणाऱ्या मंडळींच्या अज्ञानाचा किंवा त्यांच्या असमाधानी मनाचा आहे. त्यांना विज्ञान-तंत्रज्ञानातलं फारसं कळत नाही. त्यांचे मनोस्वास्थ्य बिघडले आहे, त्यांच्याकडे दुर्लक्ष करणेच बरे...'

संशोधनातील जगभरच्या गुप्ततेपायी आणि 'शांततेसाठी अणू' असा मंत्र जपत अण्वस्त्र बनविणारे देशोदेशींचे राज्यकर्ते पाहून मनातील शंकांचं काहूर थंडावणं अशक्य आहे. अमेरिका, रशिया, युरोपीय देश, जपान



असे विकसित देश पृथ्वी आणि तिचे हवामान यांचाच अस्त्र म्हणून वापर करण्याच्या दिशेने गुप्त संशोधन करत आहेत का? विकसनशील देशांचेही मनसुबे 'अगं अगं म्हशी' करत त्याच दिशेने जाण्याचे आहेत का? तसे असेल तर वेळ टळून जाण्याआधी ते संशोधन आणि त्याचे परिणाम सर्वसामान्यांना कळू शकतील का? कळाले तरी त्या विरोधात जागतिक पातळीवर प्रभावी जनमत संघटित होऊ शकेल का? इंटरनेटवरील गुगलसारखं सर्च इंजिन 'वेदर ॲज वेपन' यासंबंधी धो धो माहिती देतं. परंतु प्रश्न गुंतागुंतीचे आहेत.

पेट्रोल उद्योगात प्रचंड प्रमाणात हितसंबंध गुंतलेले बुश बाप-लेक (अमेरिकेचे माजी राष्ट्राध्यक्ष) यांची उदाहरणे पुरेशी बोलकी आहेत. सिनियर बुश यांनी अमेरिकेला कुवेतबरोबर युद्ध करायला लावले. ज्युनियर बुश यांनी अमेरिकेला अफगाणिस्तान आणि इराकबरोबरच्या युद्धात खेचलं. आजतागायत न सापडलेली अण्वस्त्रे इराककडे असल्याचा जॉर्ज बुश यांना साक्षात्कार झाल्याने सद्दाम हुसेन यांची सत्ता उलथवली. सद्दाम यांना फाशी दिले. लोकशाहीचा डांगोरा पिटणाऱ्या अमेरिकन शासनाने हजारो इराकी नागरिकांचे जीवन (पेट्रोलपायी?) निष्कारण उध्वस्त केले आणि सामान्य अमेरिकी माणसांच्या विरोधात अनेक दहशतवादी मंडळी तयार केली. अशा किती तरी आंतरराष्ट्रीय घटना पाहून

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

मुलांच्या विकासात शिक्षणाचा आणि शिक्षकांचा मोठा वाटा असतो.
त्यामुळे पालक आणि शिक्षक दोघांच्या दृष्टिकोनातून विचार करून
'पालकनीती' ठरवायला हवी.
या विचारांसाठी व्यासपीठ -पालकनीती. हे मासिक जरूर वाचा.
वार्षिक वर्गणी रु.१२०/-

पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,
डेक्कन जिमखाना, पुणे ४. फोन : २५४४१२३०

देशोदेशीच्या राज्यकर्त्यांचे वागणे शंकास्पद वाटते. संशोधन गुप्त राखायची गरज वाटत असेल तेथे तर संशयाचे धुके अधिकच दाट होते. नुकतेच वॉटरगेटप्रमाणे क्लायमेटगेट प्रकरण गाजते आहे.

मित्रांनो, माणसं माहितगार आणि फार तर ज्ञानी होत आहेत, परंतु ती कितपत प्रज्ञावान किंवा शहाणी-सुरती होतायत ते कळायला मार्ग नाही. माहिती, ज्ञान, प्रज्ञा किंवा शहाणपण यातही फरक आहेतच की ! आजच्या भाषेत ज्ञान म्हणजे एखाद्या क्षेत्रातील समज. दुसऱ्याबद्दल संवेदनशीलता नसलेलं ज्ञान मग्रूर आणि उर्मट अथवा कमालीचं चालबाज होतं. त्याचंच प्रत्यंतर डिसेंबर २००९ मध्ये झालेल्या कोपनहेगन परिषदेत ग्रीनहाऊस गॅसेसच्या उत्सर्जनावर नियंत्रण कसे घालायचे या संदर्भात मांडलेल्या तीन टिपणांमधील फरकांतूनही आले आहे.

पहिले डॅनिश (विकसित देशांच्या वतीनं), दुसरे बेसिक (ब्राझिल, साऊथ आफ्रिका, इंडिया आणि चायना यांच्या आद्याक्षरांपासून विकसनशील देशांच्यासाठी बनविलेला शब्द), आणि तिसरे छोट्या बेटांच्या समूहाचे टिपण (अलायन्स ऑफ स्मॉल आयलंड कंट्रीज). यापैकी कोणतंही टिपण स्वत:च्या स्वार्थापलिकडं पाहायला तयार नाही. स्वत:च्या स्वार्थासाठी का होईना पण विरोधी गटाच्या टिपणातील स्वार्थ खुलेआम उघड करू धजत नाही. 'काचेच्या घरात राहणाऱ्याने दुसऱ्याच्या घरावर दगड मारू नये' असे व्यवहारी शहाणपण सगळीकडेच आहे. त्यामुळे तांत्रिक चुका काढण्याबाबतच काय ती चर्चा झाली आहे. बाकी सगळा मामला पडद्यामागील तडजोडीतून ठरणार. त्यात आर्थिक मदतीची आमिषे, मदत तोडण्याच्या शिक्षा यांचा वापर तर होणारच आहे.

विज्ञान-तंत्रज्ञानाची प्रगती वेगाने होते आहे. माणसं ज्ञानी होतायत, परंतु ती शहाणी होताना दिसत नाहीत. अशा परिस्थितीत सर्वसामान्य लोकांनीच विज्ञान-तंत्रज्ञानाबाबत स्वत:ची साक्षरता वाढविली पाहिजे. वैज्ञानिक साक्षरता आल्यानं कुणी वैज्ञानिक होणार नाही. परंतु वैज्ञानिक साक्षरता असेल तर विरुद्ध मतांच्या तज्ज्ञांतील खुल्या चर्चांना तुम्ही साक्षी राहू शकता. अशा चर्चा घडवण्याचा आग्रह धरू शकता. त्या आधाराने गुंतागुंतीच्या प्रश्नांबाबत स्वत:चे मत बनवू शकता, नव्या ज्ञानाच्या आधाराने स्वत:ची चुकीची मतं बदलू शकता. जागरुक नागरिक असल्याने विज्ञान-साक्षरतेशिवाय आपल्याला दुसरा पर्याय नाही. कारण तज्ज्ञ आणि त्यांचे ज्ञान यांचे मोठ्या वेगाने बाजारपेठेतील विकाऊ वस्तूमध्ये रूपांतर होते आहे

◆

लेखक : **प्रकाश बुरटे,** अनेक वर्षे भाभा अणुसंशोधन केंद्रात कार्यरत. विज्ञान शिक्षणात रस. त्यासंबंधी लेखन आणि संशोधन. फोन : ९८९२५९३६२३.

दैनंदिन विज्ञान

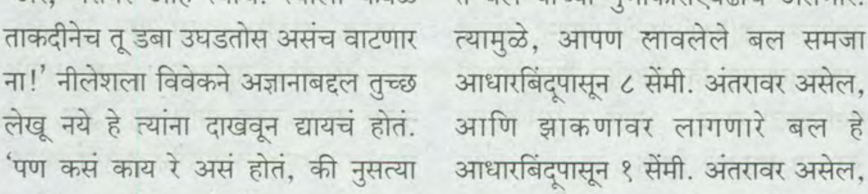
लेखांक ३

लेखक : तेजस पोळ

'काय रे,किती वेळ त्या डब्याशी खेळणार आहेस?' कॅडबरीच्या डब्याशी झटापटी करणाऱ्या नीलेशला बाबा म्हणाले. 'नाही ना उघडत, दादा कसा उघडतो डबा तेच आठवत नाहीये.' तेवढ्यात विवेक आला. येता येता त्याने नीलेश काय म्हणतो ते ऐकलं होतं. 'अरे, असा चमचा घ्यायचा, त्या डब्याच्या झाकणाच्या आणि डब्याच्या मधे घालायचा आणि दाबायचा. उघडलं झाकण!' 'मी असं केलं तरी उघडेल डबा?' नीलेशला शंका होती - ताकद कमी असेल तर कसं होणार? विवेक लगेच उत्तरला 'हो रे बाबा, काय पण तुझ्या शंका!'.

'अरे, बरोबर आहे त्याचं. त्याला केवळ ताकदीनेच तू डबा उघडतोस असंच वाटणार ना!' नीलेशला विवेकने अज्ञानाबद्दल तुच्छ लेखू नये हे त्यांना दाखवून द्यायचं होतं. 'पण कसं काय रे असं होतं, की नुसत्या नखांनी लावलेल्या जोरापेक्षा फारच कमी जोरानेदेखील तो डबा उघडता येतो? तुला माहितीये का? दाखव बरं आकृती काढून, मी तुला नेहमी दाखवतो तसंच हां!'

पेन आणि कागद हाताशीच असल्यामुळे विवेकला मागे त्याने घेतलेल्या निर्णयाची आठवण झाली आणि आनंदही वाटला. लगेच त्याने आकृती काढून दाखवली. 'चमच्याच्या बाहेरच्या बाजूला आपण हाताने थोडेच बल लावतो. तरफेच्या (Lever) नियमानुसार, आधारबिंदूपासून (Fulcrum) या बलाचे अंतर आणि ते बल, यांचा गुणाकार हा आधारबिंदूच्या पलीकडील झाकणावर लागणाऱ्या बलाचे अंतर आणि ते बल यांच्या गुणाकाराएवढाच असणार. त्यामुळे, आपण लावलेले बल समजा आधारबिंदूपासून ८ सेंमी. अंतरावर असेल, आणि झाकणावर लागणारे बल हे आधारबिंदूपासून १ सेंमी. अंतरावर असेल, तर झाकणावर लागणारे बल हे आपण



लावलेल्या बलाच्या चक्क ८ पट लागते! त्यामुळे नखाने जे बल लावता येत नाही, ते आपण चमच्याने लावतो, आणि झाकण आरामशीर उघडतं!'

'बेस्ट. आता असा तरफांचा उपयोग आपण अजून कुठे करतो घरात, ते सांग बरं'. आता विवेक विचारात पडला. 'अडकित्ता', विवेकला आठवलं एक उदाहरण. 'हे पुस्तकातलंय. आता आपण कुठे वापरतो अडकित्ता?' बाबांनी बरोब्बर कोंडीत पकडणारा प्रश्न टाकला. विवेकचा विचार अजूनही चालूच होता, कारण हा प्रश्न येणार हे त्याला वाटलंच होतं. अडकित्ता तसाही घरात फारसा वापरला गेल्याचं विवेकला आठवत नव्हतंच. चिमटा समोरच ओट्यावर होता. ते बाबांनी उदाहरण म्हणून मान्य केलं. पण त्यांना अजून कमीतकमी एक उदाहरण हवं होतं. बाबांच्या चेहऱ्यावरचे मिस्कील भाव बघून विवेकला खात्री होती, की नेहमीच्या वापरातली एक गोष्ट अजूनही त्याच्या लक्षात यायची होती.

तेवढ्यात वॉशिंग मशीनचा बझर वाजायला लागला. कपडे 'स्पिन' होऊन तयार झाल्याचंच जणू मशीन ओरडून सांगत होतं. 'चल, आपण आईला कपडे वाळत घालायला मदत करू, आणि तोपर्यंत तू ते उदाहरण पण आठवून ठेव', बाबांनी अर्थातच मान्य असण्यासारखा प्रस्ताव मांडला.

कपडे वाळत घालताना काठीने हळूच नीलेशला ढोसणे, त्याच्याशी लुटुपुटूची लढाई खेळणे इत्यादी प्रकार झाले. त्यात एक रुमाल वाळत घालता घालता नीलेशच्या डोक्यात पडला. 'हा तर वाळलाय, आता कशाला परत वाळत घालायचा?' नीलेशचा बाळबोध प्रश्न. 'पूर्णपणे वाळला नाहीये तो अजून. कळलं ना? तुझंच नाक पुसलं जाणार नाही त्याने अजून', विवेकने नीलेशला 'ज्ञान' देण्याची संधी सोडली नाहीच.

'सांग बरं कपडे वॉशिंग मशीनमधे एवढे तरी कसे वाळतात?' बाबांनी विवेकची परीक्षा चालूच ठेवली होती. 'त्यात काय, सोपंय. सेंट्रीफ्युगल फोर्सने (केंद्रोत्सारी बल)' विवेकने क्षणाचाही विलंब न लावता उत्तर दिलं. 'हां, तुला शाळेत सांगितलं असणार. तसं नाही, परत नीट सांग. हे काय असतं सेंट्रीफ्युगल?' 'अहो, कपडे जोरात वर्तुळाकार फिरवले जातात स्पिनिंग सायकल मधे. जाळीचा ड्रम असतो. वर्तुळाकार गतीमुळे कपडे आणि पाणी, या दोन्हीवर केंद्रोत्सारी बलाचा परिणाम होतो. पण ड्रमच्या भिंतीतल्या छिद्रांतून पाणी बाहेर निघून जातं, आणि कपडे मात्र आत पिंजऱ्यात सुरक्षित राहतात. हाय का नाय?'.

'बरोबर! पण तरफेचं काय झालं?' बाबांनी भुवया उडवत विचारलं. आईनेच उत्तर फोडलं नेलकटर (नखे कापण्याचे यंत्र). 'अरे खरंच की!' विवेकने जीभ चावली.

◆

लेखक : **तेजस पोळ**, एम.टेक. प्रयास ऊर्जा गटात सहभागी. फोन : ९५६११२३१२३.
E-mail : tejaspol@gmail.com

मिली सेंटी डेसी

लेखांक - २

लेखक : कविता जोशी

गेल्या वेळेस आपण किलोकडून मिलीपर्यंत रूपांतर करत आलो.

उदा. ५ कि.ग्रॅ = ५०००ग्रॅ.

या प्रत्येक उदाहरणात तुमच्या लक्षात एक गंमत आली का ?

प्रत्येक वेळेस संख्या वाढत गेली आहे म्हणजेच ५ चे ५०००, ५.२ चे ५२०० इ.

असे का होते? कारण मिली हा सर्वात छोटा युनिट आहे. मिलीकडून डावीकडे प्रत्येकाची किंमत दसपटीने वाढते. त्यामुळे किलो हा युनिटस्‌मध्ये सगळ्यात मोठा युनिट आहे.

मग जर आता रूपांतर मिलीकडून किलोकडे करत जायचे असेल तर संख्या अर्थातच लहान होत जाणार. (पैशांचे रूपांतर रूपयात करताना संख्या लहान येते हे तर लक्षात असतेच)

चला बरं पाहू या मिली ते किलोचा प्रवास - म्हणजेच उजवीकडून डावीकडे.

टेबल आधीचेच आहे मिली, सेंटी, डेसी, मीटर, डिका, हेक्टो, किलो.

१) आता समजा ५ ग्रॅ. = ? कि.ग्रॅ.

दिलेल्या संख्येत युनिट प्लेसमध्ये कोणता अंक आहे ? ५ - ग्रॅम म्हणजे ५ येणार ग्रॅमच्या घरात. आता आपल्याला जायचेय डावीकडे म्हणजे किलोकडे. प्रत्येक घरात एकेक शून्य देत किलोपर्यंत. आपल्याला ग्रॅमचे रूपांतर कशात करायचे आहे ? किलोमध्ये. किलो कुठे संपतो? किलोच्या उजव्या हाताच्या रेषेवर किंवा किलो आणि हेक्टोच्या मधील रेषेवर. मग तेथे दशांश चिन्ह द्यायचं. (आधीच्या रूपांतरात आपण दशांश चिन्ह गाळत होतो आता जरूर असेल तेथे दशांश चिन्ह द्यायचंय.)

म्हणजे संख्या झाली ०.००५

म्हणजे ५ ग्रॅ. = ०.००५ कि.ग्रॅ.

२) आता दुसरे उदाहरण

४८ मी. = ? हेक्टो मीटर

तर ४८ च्या युनिट प्लेसमध्ये आहेत ८. ते येणार मीटरच्या कॉलममध्ये.

८ च्या डाव्या बाजूला आहेत ४, ते येणार मीटरच्या डाव्या कॉलममध्ये.

पण आपल्याला हवेत हेक्टो द्या शून्य हेक्टोमध्ये. आता हेक्टो कुठे संपतात, तर हेक्टो आणि डिकामध्ये म्हणजे दशांश चिन्ह द्यायचे हेक्टो आणि डिकामध्ये.

म्हणजे संख्या होते ०.४८ हेक्टोमीटर.

म्हणून ४८ मी. = ०.४८ हेक्टोमीटर.

३) समजा ५३ मि.मी = ? मीटर.

तर ५३च्या युनिट प्लेसमध्ये कोणता अंक आहे ? ३.

म्हणजे तो येणार मिलीच्या कॉलममध्ये ५ आहे ३ च्या डावीकडे म्हणजे तो येणार मिलीच्या डाव्या कॉलममध्ये. आपल्याला मिलीचे मीटर करायचेत, मग द्या मीटरपर्यंत प्रत्येक कॉलममध्ये एकेक शून्य. मीटर कुठे संपतात? मीटर आणि डेसीच्यामध्ये म्हणून मीटर आणि डेसीमध्ये द्यायचं दशांश चिन्ह.

म्हणून संख्या झाली ०.०५३

म्हणजेच ५३ मि.मी = ०.०५३ मीटर.

४) आता २४१ डेसीमीटरचे डिका मीटरमधे रूपांतर करून पहा.

२४१ डेसीमीटर = २.४१ डिकामीटर

आता ही पद्धत जर तुम्हाला व्यवस्थित समजली, जमू लागली तर पुढेपुढे एवढी लांबलचक पद्धत न वापरता जरा शॉर्टकटने रूपांतर कसे करता येईल ते पाहू.

	किलोमीटर किलोलिटर किलोग्रॅम	हेक्टो	डिका	मीटर. लिटर. ग्रॅम	डेसी	सेंटी	मिली
१)	०	. ०	०	५			
२)		०	. ४	८			
३)				०	. ०	५	३
४)			२	. ४	१		

◆

लेखक : **कविता जोशी,** बदलापूर येथे शिक्षणात मागे पडणाऱ्या मुलांना मार्गदर्शन करतात.
फोन : ०२५१-२६९४८६७.

हवाहवाई

लेखक : अमलेंदु सोमण

दोनेक महिन्यांपूर्वीची गोष्ट. एक मोठे प्रवासी विमान उड्डाणानंतर लगेचच परत उतरवावे लागले होते. कारण विमानाच्या वातानुकूलन यंत्रणेत बिघाड झाला होता. विमानामध्ये वातानुकूलन यंत्रणा ही इतकी महत्त्वाची का बरं असते? इथे वातानुकूलन म्हणजे तरी नक्की काय काय करतात? आणि कसं? सगळंच समजावून घेऊ या.

विमान जेव्हा विमानतळावर असतं तेव्हा बाहेरच्या हवेचं तापमान प्रत्येक ठिकाणी वेगवेगळं असतं. उदा. मुंबईला ३० अंश से. आणि हवेच्या दाब असतो १ किलो/वर्ग सें.मी. जसं जसं विमान उंच जायला लागतं तसतसा हवेचा दाब कमी व्हायला लागतो, तापमानही कमी व्हायला लागतं. विमानाला साधारण १३००० मीटर इतक्या उंचीपर्यंत जायला लागतं. इथे हवा फारच विरळ आणि फारच थंड झालेली असते. १२००० मीटर उंचीजवळ हवेचे तापमान उणे ५६ अंश से. आणि दाब ०.२ किलो/वर्ग सें.मी. असतो. या हवेत तर माणूस जगूच शकत नाही. त्यामुळे विमानामध्ये हवा कृत्रिमपणे पुरवावी लागते. दाब आणि तापमान दोन्ही वाढवून माणसांसाठी सुयोग्य करावं लागतं.

अगदी सुरुवातीच्या दिवसांत प्रवासी विमाने कमी उंचीवरून उडायची, त्यामुळे केबिनमधल्या हवेचा दाब देखील नियंत्रित नसे; तिथपासून सुरुवात झाल्यानंतर सुधारणा होत होत आता आधुनिक विमानांमध्ये उत्तम दर्जाची कलाकृती वाटावी अशा प्रकारच्या वातावरण नियंत्रक आणि मनुष्यजीवनाला उत्तम आधार मिळेल अशा यंत्रणेपर्यंत प्रगती झाली आहे. सध्या ज्या उंचीवरून विमाने जातात त्या उंचीवरचे वातावरण इतके प्रतिकूल असते की तेथे मनुष्यप्राण्याचे जीवन अशक्यप्राय असते. आधुनिक विमानांमधे गुंतागुंतीच्या रचनेच्या आधारे विमानाबाहेरच्या अत्यंत प्रतिकूल वातावरणाचे रूपांतर सुरक्षित आणि सुखद वातावरणात केले जाते.

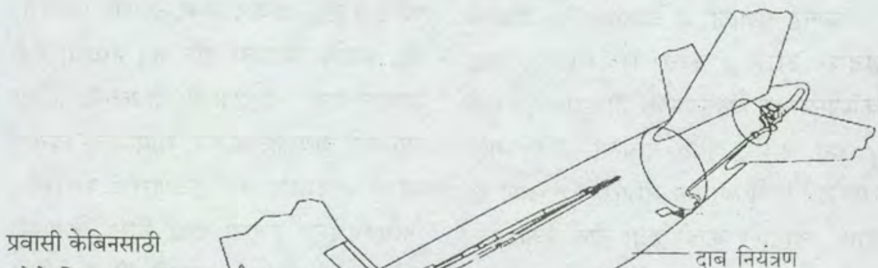
खूप उंचीवरची अतिथंड हवा विमानात घेऊन ती निरनिराळ्या प्रणालींमधून फिरवली

जाते आणि आरामदायी आणि जीवनाधारी अशा हवेमध्ये ती रूपांतरित होते. काय असतात या वेगवेगळ्या प्रणाली ?

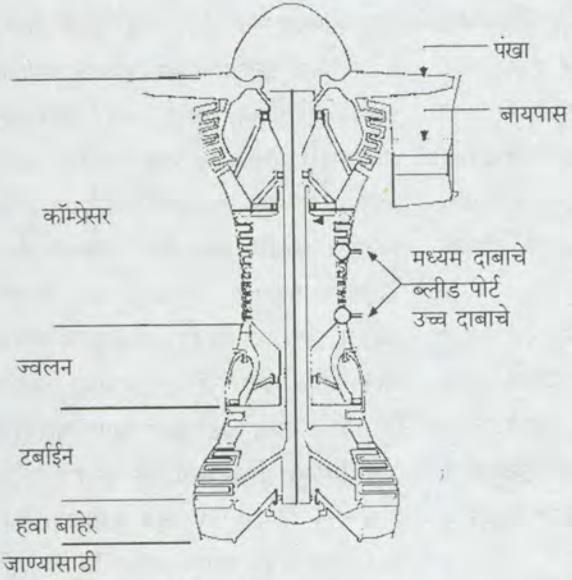
ब्लीड सिस्टीम, ओझोन परिवर्तक, वातानुकूलन, पुनराभिसरण, वायुवीजन, दाबनियंत्रण ह्या काही महत्त्वाच्या प्रणाली असतात.

वातावरणातील हवा कॉम्प्रेसरमधे घेतली जाते. तिचा दाब वाढवला जातो. दाब वाढवताना हवेचे तपमानही आपोआपच वाढते. हीच हवा विमानामधल्या प्रवासी व सेवकांसाठी 'केबिन' भागामधे वातानुकूलन करून पाठवली जाते.

उदाहरणासाठी आपण बोइंगचं ७६७ विमान आणि त्यात प्रॅट आणि व्हिटनी ४००० हे 'टर्बोफॅन' आणि कोअर (गाभा) असलेलं आधुनिक इंजिन घेतलं आहे. इंजिनाला बायपास म्हणजे मोठे पंखे असतात आणि मधल्या गाभ्यात इंधनाच्या ज्वलनाने शक्ती निर्माण होते. गाभ्यात हवेचा दाब वाढवण्यासाठी १५ टप्प्यांचा दाब विभाग असतो, नंतर ज्वलन विभागात इंधन पुरवले जाते आणि शेवटचा ६ टप्प्यांचा टर्बाईन विभाग - त्यातून कॉम्प्रेसर आणि पंख्यांना ऊर्जा मिळते. इंजिनमध्ये घेतलेल्या हवेतील फक्त १/५ हिस्सा गाभ्यातून जातो. उरलेली हवा पंख्यांमधून जाते आणि विमान पुढे नेण्यासाठी आवश्यक असलेला रेटा पुरवते.



चित्र : १



चित्र : २ – इंजिनाची रचना

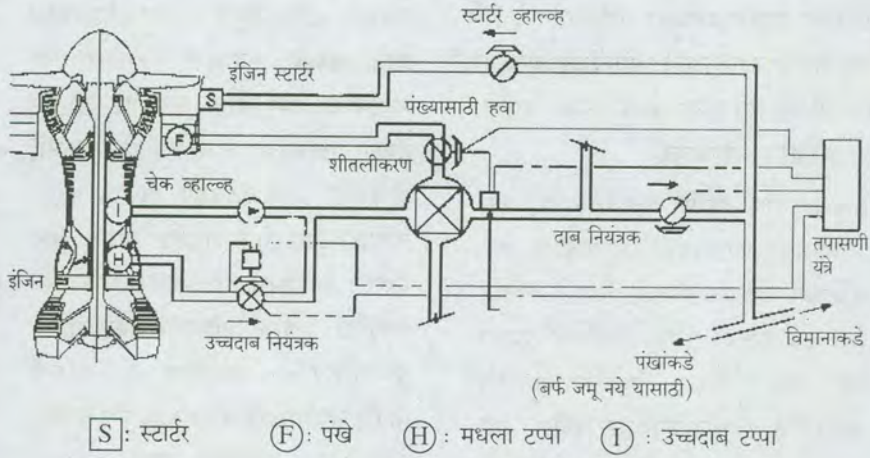
शेवटच्या टप्प्यातून म्हणजे उच्च दाबाच्या द्वारातून वातानुकूलन यंत्रणेसाठी हवा बाहेर काढली जाते.

ब्लीड यंत्रणेमध्ये अनेक झडपा (व्हाल्व्ह) आणि उष्णता विनिमयक (हीट एक्श्चेंजर) असतात. त्यातून स्वयंचलित पद्धतीने उचित दाबाची व तपमानाची हवा विमानातील सर्व वायवीय सेवांच्या गरजांसाठी पुरविली जाते. या सेवा म्हणजे विमानातील वातानुकूलन प्रणाली, केबिनच्या वायुविजनाची प्रणाली, पिण्याच्या व इतर पाण्याचे साठे योग्य दाबावर ठेवणारी प्रगाली, पंख आणि इंजिनवर बर्फ जमू नये यासाठी कार्यरत असलेली प्रणाली, दाबलेल्या हवेवर चालणारे हायड्रॉलिक पंप, सामानाचा विभाग योग्य तपमानाला ठेवणारी प्रणाली, केबिनमधला हवेचा दाब योग्य ठेवणारी प्रणाली इ. ब्लीड प्रणाली ही संपूर्णपणे स्वयंचलित असते. चित्र क्र. ३ मध्ये बोइंग ७६७ च्या ब्लीड प्रणालीची योजना दाखविली आहे.

विमान धावपट्टीवरून निघाले की वैमानिक इंजिन उड्डाणासाठी सज्ज करतो – 'उड्डाणासाठीचा रेटा' या सेटिंगवर. कॉम्प्रेसरच्या शेवटच्या टप्प्यातून बाहेर

ब्लीड प्रणाली (Bleed System)

ब्लीड प्रणाली हे वातानुकूलन यंत्रणेचे हृदय आहे. वातावरणातील हवा कॉम्प्रेसरमध्ये शिरल्यानंतर ती सुमारे २ किलो / वर्ग सें.मी. पर्यंत दाबली जाते आणि त्यावेळी तिचे तपमान सुमारे १६८ अंश सें. होते. त्यातील काही हवा दोन पैकी एका ब्लीड पोर्ट मधून बाहेर काढली जाते. एक ब्लीड पोर्ट (उच्च दाबाचे द्वार) कॉम्प्रेसरच्या शेवटच्या (१५ व्या) टप्प्याच्या शेवटी असते आणि दुसरे (मध्यम दाबाचे द्वार) आठव्या टप्प्याच्या शेवटी असते. इंजिन पूर्ण शक्तीने काम करीत असताना मधल्या टप्प्यातून म्हणजे मध्यम दाबाच्या द्वारातून आणि इंजिन कमी शक्तीवर काम करीत असते तेव्हा



चित्र : ३ – हवेचा मार्ग – ब्लीड सिस्टिम

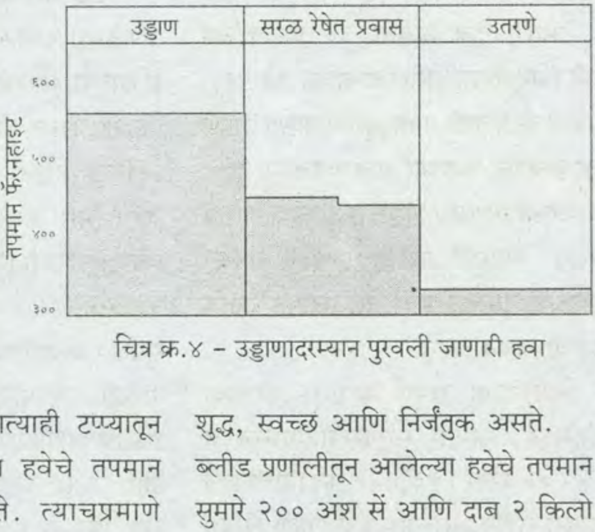
पडणाऱ्या हवेचे तपमान असते ६५० अंश सें. आणि दाब असतो ३० किलो/वर्ग सेंमी (समुद्रसपाटीवरील दाबाच्या ३० पट). ऊर्जेची ही पातळी वातानुकूलन यंत्रणा आणि इतर वायवीय सेवांच्या आवश्यकतेच्या दुप्पट तरी असते म्हणजेच निम्मी ऊर्जा वाया जाणार असते. त्यामुळे ब्लीड प्रणाली मध्यम दाबाच्या द्वारातून हवा घेऊ लागते आणि ऊर्जेची बचत करते.

विमानाला संपूर्ण जगात, सगळ्या ऋतूंमध्ये, अगदी समुद्रसपाटीपासून ते १३,००० मीटर (४३,००० फूट) उंचीपर्यंत जायला लागत असल्यामुळे इंजिनाला विविध प्रकारच्या टोकाच्या परिस्थितींना सामोरे जायला लागते. अशा परिस्थितीत वायवीय सेवांची हवेची गरज आणि ब्लीड प्रणालीमधून मिळणारी हवा यांचा क्वचितच पूर्ण मेळ बसतो, आणि जास्तीची ऊर्जा उष्णतेच्या रूपाने सोडून द्यावी लागते. पण इंजिनच्या स्थितीवर ब्लीड प्रणालीचे पूर्ण नियंत्रण असते आणि ऊर्जेचा जेथून किमान अपव्यय होईल त्या द्वारातून हवा घेतली जाते. असे असले तरीसुद्धा कित्येक वेळा ब्लीड प्रणालीतून येणाऱ्या हवेचे तपमान वातानुकूलन, वायवीय इ. प्रणालींच्या सुरक्षित पातळीपेक्षा जास्तच असते. सुरक्षित पातळीचे तपमान म्हणजे ज्या तपमानाला इंधनाचे आपोआप ज्वलन सुरू होऊ शकणार नाही असे! ब्लीड प्रणालीतून मिळालेली हवा 'प्रिकूलर'मध्ये थंड करून अवांतर ऊर्जा उष्णतेच्या रूपाने बाहेर फेकली जाते. वायवीय प्रणालीच्या सर्व विभागांचे तपमान अशा प्रकारे इंधनाच्या ज्वलनबिंदूच्या सतत खाली राहील अशी काळजी घेतली जाते. चुकून

झालेल्या इंधन गळतीच्या परिस्थितीत देखील विमानाच्या कोणत्याही भागाने पेट घेऊ नये यासाठी ही व्यवस्था आवश्यकच असते.

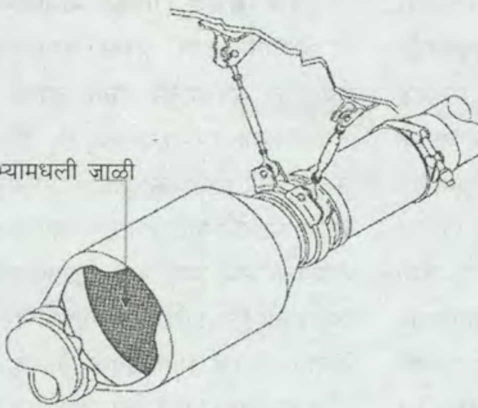
ओझोन परिवर्तक

हवेचा दाब आणि तापमानाबरोबरच विमानोड्डाणादरम्यान आणखीही एक काळजी घ्यायला लागते. विमाने जातात त्या उंचीवरच्या हवेत ओझोनचे प्रमाण खूप जास्त असते. सूर्यप्रकाशातील अतिनील किरणांच्यामुळे हवेत ज्या प्रकाश रासायनिक क्रिया (Photochemical reactions) घडतात, त्यामुळे ऑक्सिजनचे रूपांतर ओझोनमधे होत असते. त्यामुळे विमानातल्या सर्वांनाच त्रास होऊ शकतो. छातीत दुखणे, खोकला, श्वास लागणे, थकवा, डोकेदुखी, नाक बंद होणे, डोळे चुरचुरणे. काहीही त्रास होऊ शकतो. यावर उपाय म्हणजे ओझोनचे ऑक्सिजनमधे रूपांतर करणारा उत्प्रेरक परिवर्तन (कॅटॅलिटिक कन्व्हर्टर) वापरणे. यामधे पॅलॅडियमसारख्या धातूचा उपयोग केलेला असतो. हा परिवर्तक सुमारे १२००० उड्डाणाचे तास काम करू शकतो.



चित्र क्र.४ - उड्डाणादरम्यान पुरवली जाणारी हवा

ब्लीड प्रणालीमध्ये निरनिराळ्या टप्प्यात येणाऱ्या हवेचे तपमान दर्शवले आहे. बाहेरील हवेत असलेले सूक्ष्म जीवाणू नष्ट करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या तपमानापेक्षा उड्डाणाच्या कोणत्याही वेळी कॉम्प्रेसरच्या कोणत्याही टप्प्यातून ब्लीडप्रणालीत येणाऱ्या हवेचे तपमान कितीतरी जास्त असते. त्याचप्रमाणे १२,००० मीटर उंचीवर जैवीय प्रदूषण देखील नगण्य असते. त्यामुळे कोणत्याही टप्प्यात इंजिनच्या ब्लीड प्रणालीमधून वातानुकूलन प्रणालीत येणारी हवा पूर्णपणे शुद्ध, स्वच्छ आणि निर्जंतुक असते. ब्लीड प्रणालीतून आलेल्या हवेचे तपमान सुमारे २०० अंश सें आणि दाब २ किलो प्रति वर्ग सेंमी असतात. त्यानंतर ही हवा वातानुकूलन प्रणालीकडे जाताना ओझोन परिवर्तकातून जाते. हे परिवर्तक विमानाच्या मध्यभागी पंखांच्या खाली असतात.



चित्र क्र.५ - **ओझोन परिवर्तक**

आवश्यक वेगाच्या प्रवाहाने अशी येत असते. बोइंग ७६७ सारख्या आधुनिक विमानात ती प्रत्येक प्रवाशासाठी प्रतिमिनिट सुमारे ५ घनफूट अशी लागते. पण खात्रीलायक सुरक्षिततेसाठी बोईंग ७४७ सारख्या विमानात प्रत्येक प्रवाशाला ती मिनिटाला १० घनफूट या प्रमाणात पुरवली जाते. शिवाय तेवढ्याच प्रमाणात केबिनमधून काढून गाळलेली हवा या हवेत मिसळली जाते म्हणजे दर प्रवाशामागे दर मिनिटाला एकूण २० घनफूट हवा केबिनमध्ये पुरवली जाते. थोडक्यात संपूर्ण केबिनमधील हवा दर अडीच मिनिटांनी एकदा किंवा दर तासाला २४-२५ वेळा पूर्णपणे बदलली जाते. केबिनमधील हवा इतक्या वेगाने बदलल्यामुळे हवेचा दर्जा उत्तम रहातो, थंड हवा एकाद्या ठिकाणी साचून वा कोंडून रहात नाही किंवा केबिनमध्ये कोठे धूर आणि वास रहात नाही. केबिनमधील तपमान नियंत्रणासाठी बाहेरील हवेच्या प्रवाहाचे योग्य ते नियंत्रण असणे याला सर्वोच्च प्राधान्य आहे.

सुरवातीला तो ९५% ओझोनचा ऑक्सिजन करतो. शेवटच्या काळात मात्र अंदाजे ६०% इतकेच रूपांतर होते. १२००० मीटर उंचीवर वातावरणात ओझोनचे प्रमाण दर दशलक्ष भागात ०.८ भाग (.8PPm) इतकेही असू शकते. प्रवासी विमान उड्डाणाच्या नियमांनुसार केबिनमधल्या हवेसाठी ते दर दशलक्ष भागात ०.१ भागपेक्षा कमी करावे लागते.

वातानुकूलन प्रणाली

हवा आता वातानुकूलन प्रणालीत प्रवेश करते. आतून जाणाऱ्या हवेचे तपमान नियंत्रित करण्यासाठी (कमी करण्यासाठी) विमानाबाहेरील हवेचाच उपयोग केला जातो.

वातानुकूलन प्रणालीतून प्रवासी केबिनमध्ये येणारी हवा कोरडी, निर्जंतुक, स्वच्छ (धूळ अजिबात नसलेली) आणि योग्य त्या तपमानाची, योग्य दाबाने,

उड्डाणाचे वेळी असलेली विमानाची उंची, वेग, बाहेरील तपमान, इ. गोष्टी, वैमानिकाने विमानाच्या निरनिराळ्या विभागांसाठी तसेच केबिनमधल्या विभागांसाठी केलेल्या तपमानांची निवड,

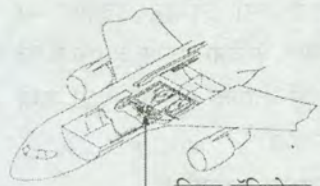
केबिनमधून पुन्हा वापरलेल्या हवेचे तपमान, बाहेरून घेतल्यानंतर वातानुकूलन यंत्रणेपर्यंत पोहोचलेल्या हवेचे तपमान इ. तपशीलांकडे स्वयंचलित वातानुकूलनाच्या यंत्रणेचे बारीक लक्ष असते. सर्व परिस्थितींमध्ये विमानात सुखद वातावरण रहावे यासाठी विविध झडपांचे नियंत्रण स्वयंचलित रीत्या केले जाते. ब्लीड प्रणालीचे आणि वातानुकूलन यंत्रणेचे नियंत्रक कप्तानाच्या समोर शेजारी शेजारीच असतात. केबिनमधील निरनिराळ्या विभागातील तपमानाच्या संदर्भातील माहिती जेव्हा उड्डाण-सेवकांकडून 'प्रवाशांना फार थंड वाटत आहे' किंवा 'गरम होत आहे' अशा पद्धतीने मिळते तेव्हा तिकडे लक्ष ठेवून नियंत्रकावर आवश्यक ते बदल कप्तानाला करावे लागतात.

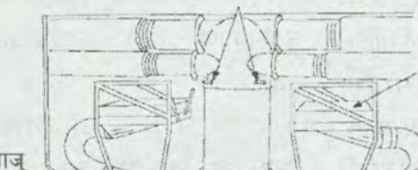
हवेचे मिश्रण (मिक्स मॅनिफोल्ड)

आपली हवा आता वातानुकूलन यंत्रणेतील प्रवासातून बाहेर आली तेव्हा तिचे तपमान १५-१६ अंश सें, दाब ०.८ किलो/ वर्ग सेंमी, आर्द्रता ५% पेक्षा कमी आणि ओझोन प्रति दशलक्ष भागात ०.१० भागापेक्षा कमी आहे. कर्ब-द्विप्राणिल वायूचे प्रमाण बाहेरील हवेइतकेच म्हणजे दर हजार भागात ०.३५ भाग इतके असते. याच हवेत केबिनमधून पुनराभिसरण होऊन गाळून परत आलेली हवा मिसळली जाते. मिक्सिंग चेंबर किंवा मिक्स मॅनिफोल्ड आकृतीत दाखविला आहे.

पुनराभिसरण प्रणाली (रिसर्क्युलेशन)

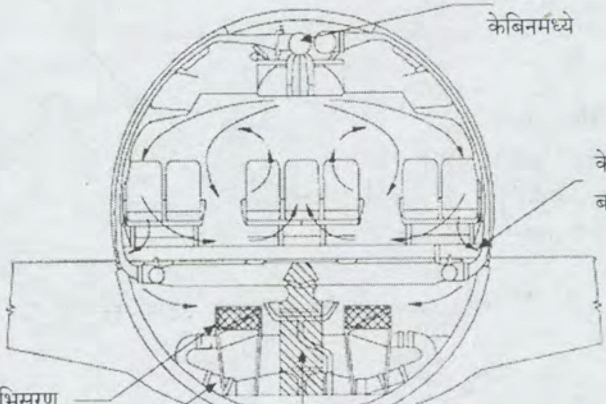
मिश्रण करण्यासाठी पुनराभिसरण होऊन आलेली हवा निर्जंतुक केली जाते. ९९.९९% जीवाणू व विषाणू अतिशय





चित्र क्र.६ - हवेचे मिश्रण (मिक्स मॅनिफोल्ड)

चित्र क्र.७ - केबिनमधल्या हवेचा मार्ग



कार्यक्षम अशा गाळण्यांनी (फिल्टर्स वापरून) बाजूला काढले जातात. मोठ्या रूग्णालयात ICU विभागातील हवा निर्जंतुक ठेवण्यासाठी ज्या प्रकारचे फिल्टर्स वापरले जातात, तसेच फिल्टर्स या प्रणालीत देखील वापरले जातात.

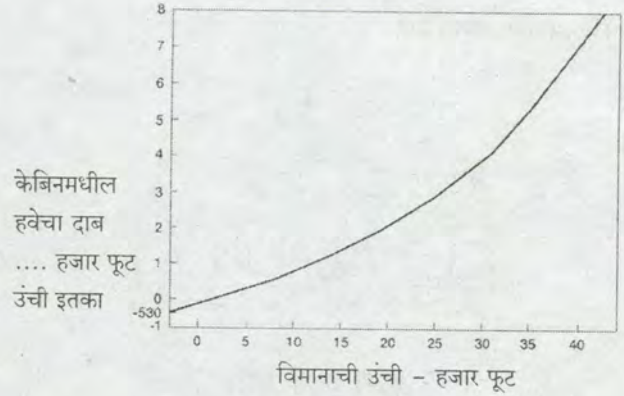
फिल्टर्सच्या सहाय्याने वायू मात्र वेगळे काढता येत नाहीत ; त्यामुळे त्यांचे प्रमाण नियंत्रित ठेवण्यासाठी बाहेरची हवाच आवश्यक त्या प्रमाणात मिसळली जाते. मोठ्या वातानुकूलित इमारतीतील हवा दर तासाला १ ते २.५ वेळा बदलली जाते, त्या तुलनेने विमानाच्या केबिनमधील हवा २०-२५ वेळा बदलली जाते.

केबिनमधील वायुवीजन प्रणाली (व्हेंटिलेशन सिस्टिम)

मिक्स मॅनिफोल्डमधून आलेली हवा वेगवेगळ्या पाइपांतून निरनिराळ्या प्रवासी विभागात पुरवली जाते. बैठकीच्या प्रत्येक विभागातील तपमान प्रवाशांच्या गरजेप्रमाणे राखण्यासाठी कमीजास्त प्रमाणात वाढवणे आवश्यक असते, त्यामुळे ब्लीड प्रणालीतून येणारी उष्ण हवा योग्य त्या प्रमाणात या हवेत मिसळली जाते.

हवा आता केबिनच्या वायुवीजन प्रणालीत प्रवेश करते. केबिनच्या वरच्या भागात असलेली हवा वितरणाची ही प्रणाली केबिनची पूर्ण लांबी व्यापते. ही हवा धूळ वा प्रदूषणमुक्त आणि निर्जंतुक असते. तिची आर्द्रता १० ते २०%, तपमान बैठकीच्या व्यवस्थेच्या आवश्यकतेनुसार १८ ते ३० अंश सें. असते.

इमारतीच्या तुलनेत केबिनच्या छोट्याशा जागेत खूप जास्त हवा प्रवेश करते. पण



चित्र क्र. ८

आपण वाऱ्याच्या प्रचंड झोतात बसलो आहोत असे प्रवाशांना वाटू नये व आतील वातावरण सुखद रहावे म्हणून आत येणाऱ्या हवेचा प्रवाह, वेग आणि दिशा खूप काटेकोरपणे नियंत्रित करावी लागते. चित्र ७ वरून हवा केबिनमध्ये कशी चक्राकार पद्धतीनं वाहते त्याची कल्पना येईल. आत येणारी हवा केबिनमधल्या हवेत मिसळते आणि बाहेर जाण्याच्या द्वारातून मिनिटाला १५० मीटरपेक्षा जास्त वेगाने निघून जाते, त्यामुळे केबिनमध्ये कोणत्याही जागी थंड हवा अडकून राहत नाही. प्रवाशाचे हात, पाय, मान, चेहेरा अशा मोकळ्या अवयवांवर हवेचा झोत येऊ नये किंवा कोंदट वाटू नये म्हणून हवेचा वेग मिनिटाला ६ ते २० मीटर इतका ठेवतात.

वायुवीजन प्रणालीतून येणारी हवा सतत केबिनमधील हवेत मिसळत असते आणि मग परतीच्या मार्गाने काढून टाकली जाते. केबिनमध्ये असताना हवेतला अर्ध्या टक्क्यापेक्षा कमी प्राणवायू प्रवाशांच्या श्वासोच्छवासात वापरला जातो आणि तितकाच कर्ब–द्विप्राणिल वायू हवेत टाकला जातो. तसेच शिंका वा खोकल्याद्वारे जीवाणूही हवेत मिसळले जातात. जंतुसंसर्ग टाळण्यासाठी बैठकीच्या प्रत्येक रांगेत वरून प्रवेश करणारी हवा त्याच रांगेत असलेल्या निर्गमद्वारातूनच बहुतांशी बाहेर काढली जाते. बाहेर काढलेल्या हवेतली अर्धी हवा बाहेरच्या वातावरणात फेकली जाते आणि अर्धी पुनराभिसरणासाठी फिल्टर्समध्ये प्रवेश करते.

केबिनमधील हवेचे दाब नियंत्रण

केबिनमधल्या हवेचा दाब नियंत्रण करणारी यंत्रणा पूर्णपणे स्वयंचलित असते आणि कप्तानाला त्याकडे सहसा लक्ष द्यावे लागत नाही.

केबिनमधील हवेचा दाब शक्यतोवर

समुद्रसपाटीला असलेल्या दाबाच्या जवळ असावा, पण बाहेर असलेल्या हवेचा दाब आणि केबिनमधील हवेचा दाब यात फार जास्त फरक नसावा (०.६ किलो प्रति वर्ग सेंमी पेक्षा कमी) अशा पद्धतीने नियंत्रित केला जातो. उदा. विमान जेव्हा १२,००० मीटर उंचीवरून उडत असते, त्यावेळी केबिनमधील हवेचा दाब समुद्रसपाटीपासून २,००० मीटर उंचीवर असलेल्या जागेइतका ठेवलेला असतो. त्यासाठी या प्रणालीचे लक्ष विमानाची उंची, वेग इ. निरनिराळ्या परिमाणांवर असते आणि मिळालेल्या माहितीचा उपयोग करून हवेच्या निर्गमद्वाराशी असलेली झडप आवश्यक तेवढ्याच प्रमाणात उघडली जाते आणि केबिनमधल्या हवेचा दाब प्रवाशांना सुखद वाटेल अशा प्रमाणात ठेवला जातो.

जुन्या आणि आधुनिक प्रवासी विमानांची थोडीशी तुलना

अगदी सुरूवातीला वापरात आलेल्या जेट विमानांमध्ये त्यावेळी हवेच्या पुनराभिसरण प्रणालीचा वापर केला जायचाच नाही. त्याचे मुख्य कारण म्हणजे सुरूवातीची जेट इंजिने फारच अकार्यक्षम होती. आत घेतली जाणारी सर्वच्या सर्व हवा त्यावेळी इंजिनाच्या गाभ्यामधूनच जाई आणि पुढे जाण्यासाठीचा रेटा अतिवेगाने, अतिऊर्जेने बाहेर जाणाऱ्या जेटच्या निष्कासातून (एक्झॉस्टमधून) मिळे. उड्डाणासाठी इंधन खूपच खर्च व्हायचे, त्यामुळे ब्लीड प्रणालीतून केबिनकरीता घेतलेल्या हवेचे प्रमाण त्यामानाने अगदी थोडेच असायचे, म्हणून जास्तीच्या इंधनाचा खर्च बेताचा असायचा. इंजिनांमध्ये जशाजशा सुधारणा होत गेल्या, तसतशी इंजिनांची कार्यक्षमता वाढत गेली, इंजिनाच्या गाभ्यातून जाणाऱ्या हवेचे प्रमाण आत ओढल्या जाणाऱ्या एकूण हवेच्या तुलनेत खूप कमी झाले. इंधनाचा खर्च कमी झाला, तरीही उड्डाणे छोटी असल्यामुळे ब्लीड हवेसाठीचा खर्च फार येत नसे, मुख्य म्हणजे इंधनाचा खर्च एकूण खर्चाच्या तुलनेत कमी असायचा.

आधुनिक इंजिनात एकूण हवेच्या फक्त २०% हवा गाभ्यातून जाते, इंजिनाची कार्यक्षमता वाढल्यामुळे इंधनाचा एकूण खर्च कमी झाला पण त्या तुलनेत ब्लीड हवेसाठी लागणारा खर्च फार मोठ्या प्रमाणात वाढला. म्हणूनच केबिनमधून बाहेर काढलेल्या हवेचा काही भाग शुद्ध करून ब्लीड प्रणालीतून पुरवल्या जाणाऱ्या हवेत मिसळण्याचे तंत्रज्ञान विकसित केले गेले. सध्या सेवेत असलेल्या सर्व प्रवासी विमानांत केबिनमध्ये जर पूर्णपणे ब्लीड प्रणालीतून घेतलेली हवाच पुरवायचे ठरवले तर इंधनाचा खर्च प्रचंड प्रमाणात वाढेल आणि सगळ्या विमान कंपन्या दिवाळखोरीत जातील.

हवेची शुद्धता जपण्यासाठी उत्कृष्ट प्रतीच्या सूक्ष्म गाळण्या (फिल्टर्स) विकसित केल्या गेल्या, तसेच नासाच्या

प्रयोगशाळांमध्ये विविध प्रयोग करून ब्लीड हवेचे प्रमाण वाढवून पण केबिनमधील हवेची गुणवत्ता अजिबात कमी होऊ न देता खर्च कमीत कमी करण्यासाठीचे निकष ठरवले गेले. गाळण्यांचा वापर करून हवेचे पुनराभिसरण केल्यामुळे ऊर्जेची खूप बचत होते, आणि तीदेखील हवेच्या गुणवत्तेबाबत कोणतीही तडजोड न करता!

संयुक्त संस्थानातील रोग नियंत्रण आणि प्रतिबंधन केंद्र (Centres for Disease Control & Prevention) या संस्थेने १९९५ साली स्वतंत्रपणे केलेल्या अभ्यासानुसार क्षयरोगाचे जंतूदेखील या गाळण्यांमधून पूर्ण कार्यक्षमतेने गाळले जातात आणि क्षयरोगाच्या संसर्गाची शक्यता इतर कोणत्याही सार्वजनिक वाहनापेक्षा विमानामध्ये कमी असते.

आपण विमानातून प्रवास करत असतो, शांत-आरोग्यपूर्ण, सुखकारक वातावरणात आराम करतो त्यासाठी तिथल्या हवेचे तपमान, घनता, दाब, वेग आणि शुद्धता या सगळ्यावर नियंत्रण ठेवावं लागतं. त्याच कामासाठी विमानात एवढ्या सगळ्या प्रणाली कार्यरत असतात.

◆

संकलन : **अमलेंदु सोमण,**
दूरध्वनी : ९४२३००५६८१
Email : amalsoman@hotmail.com

बी. टी. कशासाठी?

लेखक : माधव गाडगीळ

आजकाल गाजताहेत बीटी कपाशी, वांगी. ही आहे गेल्या अर्धशतकात आनुवंशिक शास्त्रात झपाट्याने झालेल्या प्रगतीतून दोन अगदी वेगळ्या जिवांचे-वनस्पती व जीवाणू-गुण एकत्र आणण्याची किमया. निसर्गातही जीवजातींतील सीमा काही अभेद्य नाहीत. लक्षावधी वर्षे परागसिंचनातून एका वनस्पती जातीतून त्याच कुळातील दुसऱ्या जातीत जनुक फैलावण्याची प्रक्रिया चाललेलीच आहे. गेल्या शतकात आपण मुद्दामहून ज्वारी-उसासारख्या पिकांचे संकर घडवले. पिकांच्या सुधारित-संकरित जाती विकसित केल्या. आनुवंशिकशास्त्राच्या आधारे हरित क्रांतीची बीजे पेरली.

हरित क्रांतीतून उत्पादन वाढवता वाढवता निसर्गात मोठी ढवळाढवळ झाली, एकसुरी पिके पसरल्याने; रासायनिक कीटकनाशकांचा वापर अनिवार्य होऊन. तरीही आजच्यासारखी बेपर्वाईने कीटकनाशके वापरण्याची जरूरी नव्हती; पण शेतकऱ्यांना नेमके कोणते फवारे मारावेत याची माहिती मिळत नाही. त्यांचे मार्गदर्शक असतात याच विषांचे दुकानदार. त्यांना कीटकनाशकांचा खप वाढवायला हवा

असतो! त्यातून व्यापार-उदिमाची भरभराट झाली, म्हणून त्याबद्दल बोलले जात नव्हते. पण आता उद्योजकांना एक नवेच आयुध सापडले आहे. ते म्हणजे 'जीएम' (जेनेटिकली मॉडिफाइड) पिके. बीटी कपाशी-वांग्यांसारखी. यांत 'बॅसिलस थुरिन्जेन्सिस' नावाच्या जिवाणूतील एक विषोत्पादक जनुक चढवला आहे. या विषाने बोंड अळीसारख्या काही विशिष्ट किडींचा हल्ला तात्पुरता थांबतो. म्हणून सांगताहेत, की 'जीएम' पिके म्हणजे कीटकनाशकांचा अतिरेकी वापर कमी करण्याचा रामबाण उपाय; पण हा प्रचार फसवा आहे. कारण अनेक किडी 'बीटी' विषाला बधत नाहीत. शिवाय बोंड अळीसुद्धा आता गुजरातमध्ये बीटी कपाशीवर मात करते आहे.

आपल्याला साहजिकच वाटते, की 'जीएम' पिके संकरित वाणांच्या - हायब्रीड बियाण्यांच्या- पुढचे एक साधे पाऊल आहे; पण हा धादांत गैरसमज आहे. संकरित पिकांच्यात फार तर त्याच वनस्पती कुळातल्या दुसऱ्या जाती-प्रजातींतले जनुक वापरले जातात. जास्तीत जास्त कपाशीत जास्वंदीचे, किंवा वांग्यात अश्वगंधेचे. उलट 'जीएम' तंत्राद्वारा बॅक्टेरियासारख्या अगदी वेगळ्या जिवांतून जनुक उचलून वनस्पतींत बसवले जातात. हा उत्क्रांतीच्या प्रक्रियेत प्रचंड हस्तक्षेप आहे.

आता भीती अशी आहे की कपाशी-वांग्यांतला बीटी जनुक साऱ्या वनस्पती जगतात यथावकाश पसरेल. कपाशीत काही प्रमाणात, तर वांग्यांत मोठ्या प्रमाणात, पराग मधमाश्यांसारख्या मित्रकीटकांच्या मदतीने दुसऱ्या फुलांत जाऊन रूजतात. स्वजातीच्या; तसेच त्याच कुळातील इतर वन्य जातीच्या फुलांतसुद्धा. म्हणजे कपाशीतून रानभेंडांच्यात, त्यांच्यातून मुद्रेत, मग जास्वंदीत, अशा विस्तारत जाणाऱ्या वर्तुळातल्या वनस्पतींत बीटीचा चंचुप्रवेश होईल. अशा वनस्पतींची कीडविरोधी शक्ती वाढून ही विषयुक्त तणे गाजर गवताप्रमाणे, जलपर्णीप्रमाणे माजतील; नैसर्गिक वनस्पतिसृष्टीत अंतर्भूत झालेल्या या विषामुळे परागसिंचक मधमाशा, किडींचे नैसर्गिक शत्रू कोळी अशा आपल्या मित्रांचा घात होईल; हे सहजशक्य आहे.

ऑस्ट्रेलियात याचा काळजीपूर्वक अभ्यास चालला आहे. बीटी जनुक धरबंद न राहता नैसर्गिक जीवगणांत पसरू नये असा प्रयत्न चालू आहे. पण आपल्याकडे ? आपल्या निसर्गसंपन्न भूमीत कपाशी-वांग्यांचे कित्येक वन्य नातेवाईक असूनही आपण बेफिकीर आहोत.

◆

१९ मार्च २०१० सकाळमधील
इतकी घाई कशास बाई! या लेखातील अंश

लेखक : **माधव गाडगीळ,** ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ.

उद्या निघालो, आज पोचलो

लेखक : बिमल श्रीवास्तव ● अनुवाद : यशश्री पुणेकर

मी वीस तारखेला प्रवासाला निघाले आणि एक दिवस आधीच १९ तारखेलाच ठरलेल्या गावी पोचले.

२६ जानेवारीचं वर्तमानपत्र वाचकांना २५ जानेवारीलाच वाचायला मिळालं.

मच्छीमार नावाडी शुक्रवारी समुद्रात गेले आणि गुरूवारीच मासे पकडून आले.

या सगळ्या थापा वाटताहेत ना ? असं कधी शक्य तरी आहे का ?

हो आहे. जगात एके ठिकाणी सोमवार असेल तर दुसरीकडे मंगळवार असू शकतो. इतकंच नाही याच्या उलटही असू शकतं. विमानात रात्री १२ वाजता सांगतात 'आता शनिवार संपून सोमवार सुरू झाला आहे' अर्थात मधला रविवार गायबच झाला आणि एक वार पुढे गेला. विचित्र वाटली तरी ही खरीच गोष्ट आहे. गंमत म्हणजे असा तारखांचा घोटाळा जगात एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत सर्वत्र दिसून येतो.

पृथ्वी सूर्याभोवती अखंड फिरते. म्हणजे सततच कुठेना कुठे सूर्य उगवत असतो, नवा दिवस सुरू होत असतो. मग कोणत्या ठिकाणचा दिवस खरा मानायचा? जगभरातले व्यवहार करताना तारीख वार कोणता धरायचा? यावर उत्तर म्हणून पूर्ण जगासाठी एक वार रेषा तयार केली गेली.

याला आंतरराष्ट्रीय वार रेषा म्हणतात म्हणजेच इंटरनॅशनल डेट लाइन. ही प्रशांत महासागरात असल्याचं मानलं जातं. ही एक काल्पनिक रेषा आहे. या रेषेच्या अलिकडे एक तारीख आणि वार तर पलिकडे दुसरी तारीख आणि वार असतो.

पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जाताना रेषा पार केल्यावर एक दिवस वाढतो. याउलट पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जाताना एक दिवस कमी होतो. ही आंतरराष्ट्रीय वार रेषा मुख्यत: महासागरातूनच जाते. फार मोठ्या भूप्रदेशातून ती जात नाही. अर्थात प्रशांत महासागरातील छोट्या छोट्या बेटांजवळून ही रेषा जाते. उदा. फीजी, टोंगा, पश्चिम समोआ, न्यूझीलंडची चाथम बेटे, किरीबाती द्विप, सायबेरियाचा काही भाग, संयुक्त राज्य अमेरिकेतील अल्यूशिन बेट इ.

आंतरराष्ट्रीय वार रेषा नियोजनपूर्वक

आखली आहे. एखादा देश या रेषेच्या एकतर या बाजूला तरी नाहीतर त्या बाजूला तरी येईल अशा रितीने तिची आखणी केली आहे. जर एखादा देश किंवा बेट मधेच येत असेल ,तर रेषा थोडी सरकवून देश पूर्वेला किंवा पश्चिमेला येईल असे बघितले आहे. याप्रमाणे फीजी, न्यूझीलंड आणि सायबेरिया हे रेषेच्या पश्चिमेला आहेत.

पृथ्वी स्वतःभोवती २४ तासात एक फेरी मारते त्यामुळेच सूर्य पूर्वेला उगवून पश्चिमेला जाताना दिसतो. म्हणजेच कोणत्याही ठिकाणी सूर्याचा पहिला किरण/प्रकाश पोचण्यापूर्वी त्याच्या पूर्व बाजूच्या ठिकाणावर आधीच सूर्योदय झालेला असतो. आपल्या गोल पृथ्वीचे ३६० समान भाग (अंश) मानले तर सूर्याची गती १५ अंश प्रति तास येते. याचाच अर्थ असा की एखाद्या ठिकाणी सूर्य आत्ता उगवत असेल तर त्याच्या १५ अंश पूर्वेला तो तासापूर्वीच उगवला आहे आणि १५ अंश पश्चिमेला एका तासानंतर उगवेल.

परिभाषेनुसार नव्या दिवसाची सुरुवात रात्री बारा वाजता होते. जेव्हा भारतात बारा वाजलेले असतात तेव्हा बांग्लादेशात साडेबारा आणि पाकिस्तानात साडेअकरा वाजलेले असतात. याच प्रमाणे प्रत्येक देशात तेथील रेखांशानुसार वेगवेगळी वेळ असते. आपल्याकडे दिवस असताना दुसऱ्या टोकाला म्हणजे अमेरिका, कॅनडा येथे रात्र असते आणि ऑस्ट्रेलिया, न्यूझीलंडमध्ये पहाट असते. प्रत्येक देशात सूर्योदय वेगवेगळ्या वेळी होतो. •

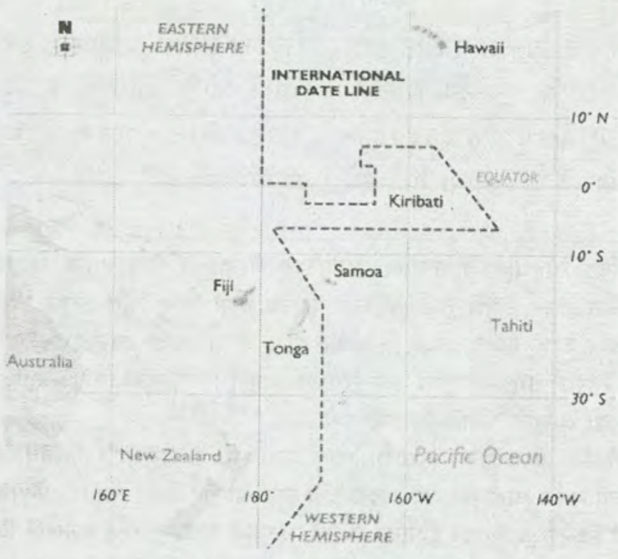
किरीबाती या छोट्याशा देशातील कॅरोलीन नावाच्या द्विपामधून आंतरराष्ट्रीय वार रेषा जात होती आणि त्यामुळे त्या देशाचे दोन भाग होत असत. थोडक्यात किरीबातीच्या दोन वेगवेगळ्या ठिकाणी दोन वेगवेगळ्या तारखा असत. यावर एक उपाय म्हणजे आंतरराष्ट्रीय वार रेषा सरकवून किरीबाती तिच्या एका बाजूला घेणे. कोणत्या बाजूला घ्यावे ते ठरवायचे होते.

किरीबाती देशाने या संधीचा लाभ घ्यायचा ठरवला. १ जानेवारी २००० ला फक्त नवे वर्षच नाही तर नवे सहस्रकही सुरू होणार होते. त्या नव्या सहस्रकाची पहिली सूर्य किरणे आपल्या देशावर प्रथम पडावीत म्हणून १९९५ मध्ये किरीबाती देशाने आंतरराष्ट्रीय वार रेषा बदलण्याची मागणी आंतरराष्ट्रीय देशांतर संमेलनात केली. त्यांची ही मागणी मान्य होऊन आंतरराष्ट्रीय वार रेषा कॅरोलीन द्विपाच्या पूर्वकडे सरकवली गेली आणि त्यामुळे किरीबाती द्विप (कॅरोलीनसह) रेषेच्या पश्चिमेला गेले. नवीन सहस्रकाची पहिली सूर्यकिरणे कॅरोलीन द्विपावर पडली त्यामुळे आता त्या द्विपाला 'मिलेनियम द्विप' असे नाव पडले आहे. किरीबाती देशात आता सर्वत्र एकच तारीख आणि वार असते.

पृथ्वीवर अक्षांश आणि रेखांश ह्या काल्पनिक रेषा आहेत हे तुम्हाला माहितच आहे. रेखांश उत्तर ध्रुव ते दक्षिण ध्रुव अशा उभ्या असतात आणि अक्षांश आडव्या रेषा आहेत. कोणत्याही रेखांशावर जेव्हा सूर्य येतो तेव्हा तिथे माध्यान्ह होते आणि त्याच्या उलट बरोबर १८० अंशावरील रेखांशावर मध्यरात्र असते. ग्रेट ब्रिटनच्या ग्रीनविच

१. आंतरराष्ट्रीय वार रेषेचा सर्वात प्रथम उल्लेख बाराव्या शतकातल्या (तालमुद) ज्यू ग्रंथामध्ये आढळतो. जेरुसलेमच्या आधी सहा तास जिथे सूर्य उगवतो, त्या ठिकाणी नवा दिवस सुरू होतो असे त्यात म्हटले आहे.

२. दुसरा उल्लेख म्हणजे १५१९-२२ मध्ये मॅगेलानने केलेल्या पूर्वेकडून पश्चिमेकडच्या जगप्रवासामधला. मॅगेलानबरोबर २१७ प्रवासी निघाले होते, ते स्पेनमध्ये पोचले. तेव्हा १८ उरले होते. त्यांच्या काळजीपूर्वक ठेवलेल्या नोंदीनुसार जी तारीख होती, त्यापेक्षा स्पेनमध्ये राहणाऱ्यांच्या कॅलेंडरमध्ये पुढचा दिवस चालू होता.



३. टोंगामधून सामोआ बेटाकडे जायचे, तर विमानाने दोन तास लागतात. पण पश्चिमेकडून पूर्वेकडे येताना वार रेषा पार केल्यामुळे प्रवासी निघाल्यापेक्षा आधीच्याच दिवशी पोचतात.

अलास्काहून सॅबेरियाला जाण्यासाठी २१ तास पुढे, न्युझीलंडहून (१७४° पूर्व) - कुक बेटे (१६०° पश्चिम) २२ तास मागे.

सामोआ - टोंगा - २४ तास पुढे, असा फरक घड्याळात करावा लागतो.

शहराजवळून गेलेल्या रेषेला शून्य अंश रेखांश असे म्हणतात आणि त्याच्या पासून जवळजवळ १८० अंशावरील रेषेला आंतरराष्ट्रीय वार रेषा असे नाव दिले आहे.

प्रत्येक देशाची प्रमाणवेळ त्याच्या साधारण मध्यातून जाणाऱ्या रेखांशावरून ठरवतात. भारताची प्रमाणवेळ ८२.५ अंश पूर्व रेखांशावरून ठरवली आहे. हे अलाहाबादच्या जवळ आहे. याचप्रकारे संपूर्ण विश्वासाठी आंतरराष्ट्रीय वार रेषा १८० अंश रेखांश मानली आहे.

बहुतेक लोक जपान देशाला उगवत्या सूर्याचा देश मानतात पण जपानमध्ये सूर्योदय आंतरराष्ट्रीय वार रेषेवर सूर्योदय झाल्याच्या तीन तासानंतर होतो त्यामुळे आंतरराष्ट्रीय वार रेषा हे उगवत्या सूर्याचे स्थान मानले पाहिजे.

जेव्हा जानेवारीच्या एक तारखेला आंतरराष्ट्रीय वार रेषेवर पहिले सूर्यकिरण पडतात तेव्हा भारतासह अन्य देशांमध्ये ३१ डिसेंबरची रात्र असते. आंतरराष्ट्रीय रेषा पार करून नववर्षाचा प्रकाश एक तासाने ऑस्ट्रेलिया, तीन तासांनी जपान, चार तासांनी चीन, पाच तासांनी सिंगापूर आणि साडे सहा तासांनी भारतात पोचेल. ब्रिटनमध्ये हा प्रकाश १२ तासांनी जातो तर अमेरिकेत तो पोचायला २३ तास लागतात. तोवर इकडे आंतरराष्ट्रीय वार रेषेवर २ जानेवारी उजाडायची वेळ येते.

जराशी विचित्र वाटणारी ही काल्पनिक वार रेषा वेळमापनासाठी अत्यंत महत्त्वपूर्ण आहे.

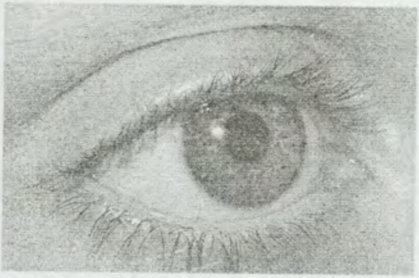
म्हणूनच आंतरराष्ट्रीय वार रेषेवर जेव्हा सोमवार उजाडतो तेव्हा त्यापासून खूप दूर असलेल्या अमेरिकेत रविवारच असतो. मी सुरुवातीला सांगितलेल्या गोष्टी आता तुम्हाला नक्कीच पटतील.

◆

आधार: स्रोत फिचर्स जून १९९९

लेखक : **बिमल श्रीवास्तव**, स्रोत फिचर्स मध्ये कार्यरत.

अनुवाद : **यशश्री पुणेकर**



खास पाहुणा आपल्या भेटीला

डोळा

(भाग दुसरा)

लेखक : शशी बेडेकर

(आपटे सरांच्या घरी, राहुल, राजू, मनू, मनाली, सोनल डोळ्याची माहिती विचारण्यासाठी आले आहेत.)

सर : राजू काय झालं सांग.

मनू : सर, मी सांगते. हा येताना सारखं मला बॅटरी बॅटरी चिडवत होता.

सर : काय रे राजू.... असं का चिडवलंस तिला?

राजू : सर तिला चष्मा लागला आहे म्हणून.

सर : मनू आपल्याला चष्मा लागला आहे ना?

मनू : हो.

सर : मग कोणी त्याबद्दल चिडवलं तर दुर्लक्ष करायचं. बरं मुलांनो, आज मी तुम्हाला डोळा ह्या इंद्रियाबद्दल जरा जास्त माहिती सांगणार आहे आणि त्यानंतर दृष्टिदोष म्हणजे काय ह्याबद्दल.

मुले : ठीक आहे सर.

सर : आपल्याला असलेल्या पाच ज्ञानेंद्रियांपैकी डोळा हे अतिशय महत्वाचे ज्ञानेंद्रिय आहे कारण आपल्याला मिळणाऱ्या एकूण ज्ञानाच्या ८०% ज्ञान हे आपण डोळ्यावाटे मिळवतो. कानावाटे साधारणपणे १२% आणि इतर ज्ञानेंद्रियांमार्फत ८% ज्ञान मिळवतो, असं म्हटलं जातं.

माणसाचे डोळे नाकाच्या दोन्ही बाजूला ठरावीक अंतरावर असतात आणि त्यामुळे माणसाला एखाद्या वस्तूचे त्रिमिर्त ज्ञान होते. म्हणजे उंची, खोली, जाडी समजू शकते.

पक्ष्यांचे डोळे हे डोक्याच्या दोन्ही बाजूला असतात. पण पक्ष्यांना माणसापेक्षा जास्त तीक्ष्ण दृष्टी असते.

माणसाचा डोळा हा एखाद्या चेंडूच्या आकाराचा असून तो कवटीच्या खोबणीत बसवलेला असतो. डोळ्याच्या ज्या भागातून प्रकाश किरण डोळ्यात जातात तो भाग पारदर्शक असतो आणि तिथेच नेत्रभिंग असते.

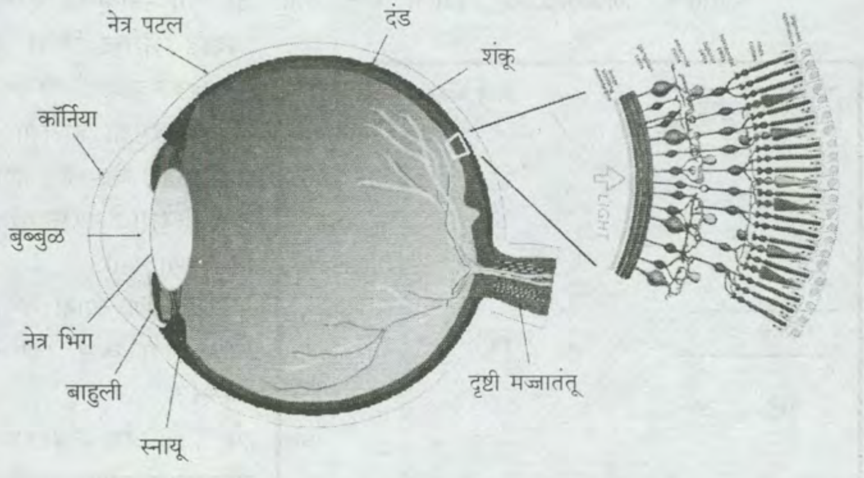
राहूल : सर आपल्या डोळ्यात असलेले भिंग कोणत्या प्रकारचे असते कारण आम्ही भिंगांचे बहिर्वक्र, अंतर्वक्र, समतली बहिर्वक्र, समतली अंतर्वक्र तसेच अंतर्वक्री बहिर्वक्र, आणि बहिर्वक्री अंतर्वक्र असे प्रकार अभ्यासले आहेत.

सर : आपल्या डोळ्यात बहिर्वक्र प्रकारचे भिंग असते आणि त्याच्या बरोबर मागे दृष्टिपटल असते. तो विशेष प्रकारच्या मज्जातंतूंनी बनलेला असतो. भिंगामुळे तयार होणाऱ्या प्रतिमेसाठी दृष्टिपटल पडदा असतो. ह्या मज्जातंतूंच्या टोकाशी अत्यंत सूक्ष्म संरचना असतात आणि त्यांना दंड व शंकू असे म्हणतात. कारण या पेशींचा आकार तसा असतो.

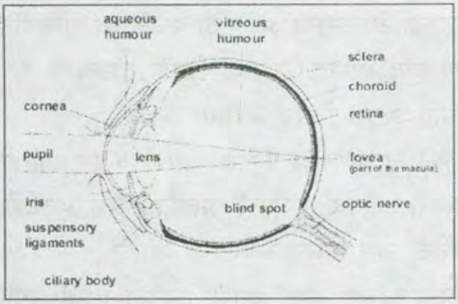
मनू : सर दंड आणि शंकूचं कार्य काय?

सर : सांगतो - आपल्याला प्रकाशाच्या तीव्रतेचं ज्ञान दंडामुळे तर रंगांचं ज्ञान शंकुमुळे होतं.

मनाली: पण आपल्या मेंदूतील दृष्टिकेंद्रात वस्तूचे ज्ञान होतं ना सर?



दंड व शंकू दर्शवणारा डोळ्याचा छेद



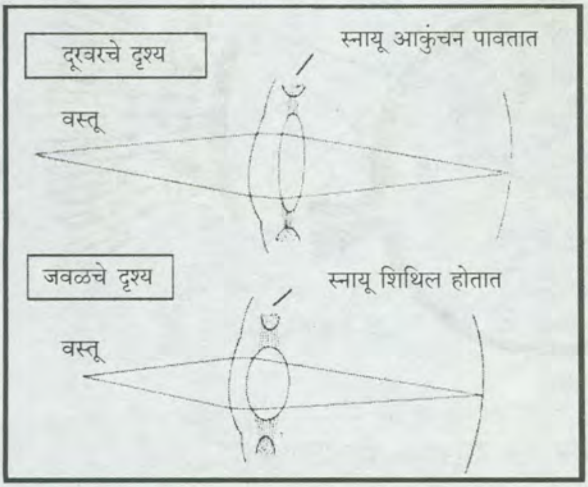
सर : हो आणि त्यासाठीच शंकू आणि दंड त्या प्रतिमेची संवेदना दृष्टिचेतातंतूतून (optic nerves) मेंदूकडे पाठवतात. हा दृष्टी चेतातंतू डोळ्यात जिथे शिरतो तिथे अजिबात दंड किंवा शंकू नसतात.

राहूल : म्हणजे तिथे प्रतिमाच तयार होत नाही ?

सर : तिथे प्रतिमा तयार होते पण आपल्याला त्याचं ज्ञान होत नाही म्हणून त्या भागाला अंधबिंदू (blind spot) असं म्हणतात. कळलं का मनू... तू एवढ्या कसल्या विचारात आहेस?

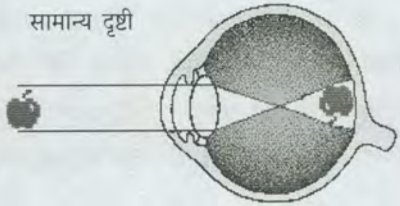
मनू : सर... मी विचार करत होते की काही मुलं चकणी असतात त्यांना कसं दिसत असेल?

सर : हे पहा मुलांनो मनूनं खूप चांगला प्रश्न विचारला आहे. जरा लक्ष द्या मी काय सांगतो तिकडे... आपला डोळा कवटीतल्या खोबणीत बसवलेला असतो. हे मी मघाशी सांगितलं. तर तो डोळा त्या खोबणीत नीट ठेवण्यासाठी स्नायू असतात आणि त्यांच्या आकुंचन प्रसरणाने आपल्याला मान न हलवता डोळा डावीकडे, उजवीकडे, वर, खाली करता येतो. जर ह्या स्नायूंमध्ये काही बिघाड असेल किंवा ते स्नायू कमकुवत असतील तर डोळ्यांची हालचाल एकसारखी, शिस्तबद्ध होत नाही त्यामुळे डोळ्यात तिरळेपणा येतो.



मनू : पण त्यांना वस्तू किंवा रंग कसे दिसत असेल?

सर : अग त्यांच्या डोळ्यात तिरळेपणा असला तरी वस्तू किंवा वस्तूंचे रंग



इतर सामान्य माणसांप्रमाणेच त्यांना दिसतात, कळलं? आता आपण दृष्टिदोषांचे प्रकार आणि त्यावर कोणते उपचार करावे लागतात ते पाहू.

राजू : हं म्हणजे चष्मा का लागतो हे आता कळेल. कळलं का बॅटरी?

मनू : सर ह्यानं पुन्हा मला चिडवलं. जा तुला सुद्धा जाड भिंगांचा डबल चष्मा लागेल असा मी....

सर : मनू पुरे... मुलांनो डोळा हे अतिशय नाजूक इंद्रिय आहे. ही दोष विरहित मानवी डोळ्याची आकृती पहा.

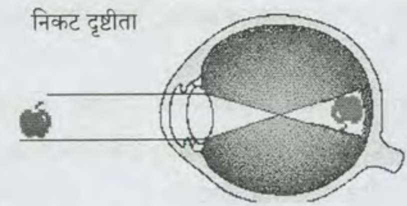
यात वस्तूपासून निघालेले किरण नेत्रभिंगातून जाताना ते दृष्टिपटलावर एकत्र येतात आणि त्या ठिकाणी लांब असलेल्या किंवा जवळ असलेल्या वस्तूंची, पदार्थाची उलट प्रतिमा पडते.

राजू : म्हणजे वस्तूची प्रतिमा दृष्टिपटलावर पडली तर ती वस्तू माणसाला नीट दिसते आणि जर वस्तूची प्रतिमा दृष्टिपटलावर पडली नाही तर ती दिसत नाही.

सर : अगदी बरोबर.

मनाली: पण सर असं कसं शक्य आहे... प्रतिमा तर दृष्टिपटलावर पडणारच.

सर : काही वेळा व्यक्तीचा डोळा किंवा नेत्रगोल लांबट असतो किंवा नेत्रभिंग जास्त फुगीर असते. अशा वेळी त्या व्यक्तीच्या डोळ्यात नेत्रभिंग आणि दृष्टिपटल यातील अंतर वाढते. हा दोष असलेली व्यक्ती जवळच्या वस्तू स्पष्टपणे पाहू शकते परंतु दूरच्या वस्तूंपासून आलेले किरण नेत्रभिंगातून गेले की त्याची स्पष्ट प्रतिमा दृष्टिपटलावर न पडता ते किरण आधीच एकत्र येतात त्यामुळे ती व्यक्ती दूरचे पदार्थ स्पष्टपणे पाहू शकत नाही. लक्षात घेण्यासारखी गोष्ट अशी की दृष्टिपटलावर प्रतिमा नेहमीच पडते पण ती सुस्पष्ट असेल तेव्हाच नीट दिसते.



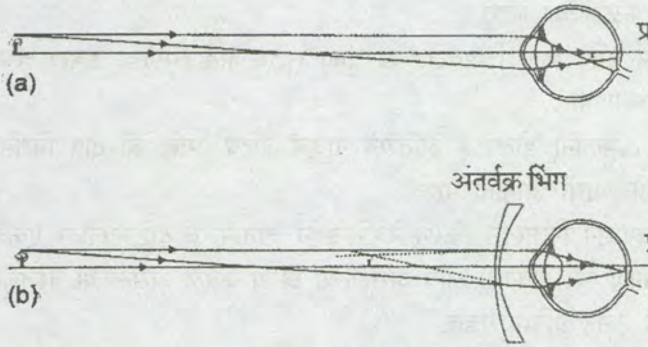
मनू : ज्यांना फक्त जवळचं दिसतं त्या दोषाला काय म्हणतात सर?

सर: अशा दोषाला निकट दृष्टिता (myopia) असे म्हणतात.

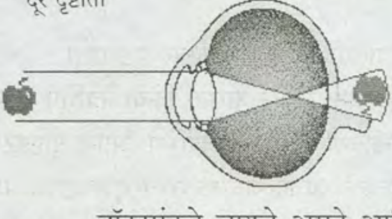
राजू : आणि यावर उपाय चष्मा. हो ना?

सर: कोणताही चष्मा नाही बरं कां ! या

दोषाचे निराकरण योग्य नाभिय अंतर असलेला अंतर्वक्र भिंगाचा चष्मा वापरून करता येते. अंतर्वक्र भिंगाचा चष्मा लावल्याने प्रकाश किरणांचे अपसारण होऊन ते नेत्रभिंगात शिरतात आणि मग प्रतिमा दृष्टिपटलावर पडून ती व्यक्ती नीट पाहू शकते. ही आकृती पहा म्हणजे हे नीट तुमच्या ध्यानात येईल.



(a)निकटदृष्टिता (b) निकटदृष्टितेचे निराकरण



मनू : पण सर, काही वेळा, प्रतिमा दृष्टिपटलाच्या पुढेही पडत असेल ना?

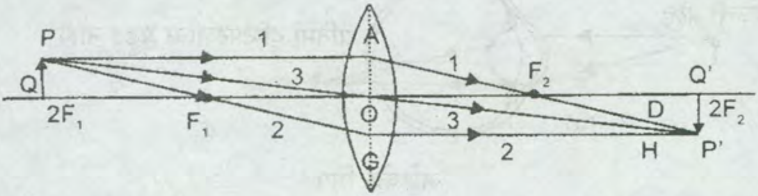
सर : पडते की, आणि ह्या साठीच आपली अक्कल न चालवता नीट दिसत नसेल तर आई वडिलांना सांगून डोळ्याच्या तज्ञ डॉक्टरांकडे जायचे असते आणि त्यांनी दिलेल्या नंबरच्या भिंगांकांचा चष्मा वापरायचा असतो म्हणजे डोळ्यावर अधिक ताण पडत नाही.

राहूल : सर, मनू म्हणते त्या दृष्टिदोषाला काय म्हणतात?

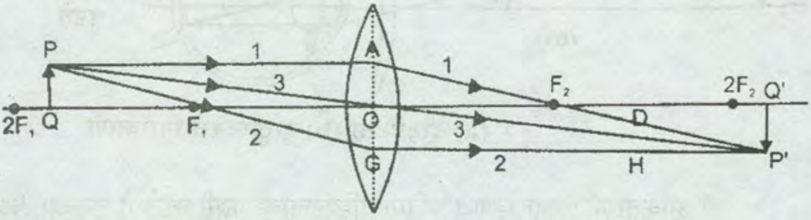
सर : अशा दोषाला दूरदृष्टिता (hypermetropia) असं म्हणतात आणि हा दोष नेत्रगोल उभट होण्याने किंवा नेत्रभिंग थोडे चपटे झाल्याने निर्माण होतो.

मनाली : सर ह्या व्यक्तीला लांबचे नीट दिसत असेल आणि जवळच्या वस्तू नीट दिसत नसतील हो ना?

सर : अगदी बरोबर. कारण जवळच्या वस्तूची प्रतिमा दृष्टिपटलावर न पडता त्याच्या मागे तयार होते. आणि अशावेळी योग्य नाभिय अंतराचा डॉक्टरांनी सांगितलेला बहिर्वक्र भिंगाचा चष्मा वापरून हा दोष घालवता येतो.



वस्तू $2F_1$ वर, प्रतिमा $2F_2$ वर



वस्तू F_1 आणि $2F_2$ च्यामध्ये, प्रतिमा $2F_2$ च्या पलीकडे

दहावीच्या अभ्यासात आपण शिकतो की वेगवेगळ्या अंतरावरील वस्तूंच्या प्रतिमा वेगवेगळ्या अंतरावर पडतात. एखादे बहिर्गोल भिंग घेतले तर खूप लांबच्या वस्तूची प्रतिमा 'F' वर पडते, जवळच्या वस्तूच्या प्रतिमा कुठे मिळतील ते वस्तूच्या अंतरावर अवलंबून असते.

पण आपल्या डोळ्यातल्या भिंगासाठी असे होऊन चालत नाही. डोळ्याचे भिंग आणि पडदा (रेटिना) यामधील अंतर ठरलेले असते. मग जवळच्या आणि लांबच्या वस्तू/माणसे एकापाठोपाठ स्पष्ट कशी दिसणार?

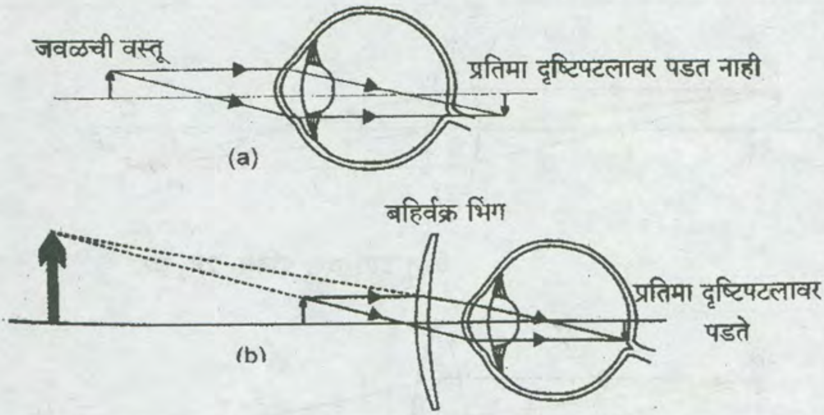
त्यासाठी आपल्या डोळ्यातील भिंगाचे नाभीय अंतर (Focal length) स्नायूंच्या सहाय्याने बदलावे लागते. (म्हणजे भिंगाचा आकारच बदलतो).

जेव्हा असा आकार बदलण्याची शक्ती वयाबरोबर कमी होत जाते आणि भिंगांचा लवचीकपणाही कमी होतो तेव्हा याचा परिणाम म्हणून चाळिशी लागते.

संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का?

sandarbhsociety.org

यामध्ये संदर्भची मुखपृष्ठे आणि आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.



(a) दूरदृष्टिता (b) दूरदृष्टितेचे निराकरण

ही आकृती नीट पहा म्हणजे प्रतिमा दृष्टिपटलावर कशी पडते ते तुमच्या लक्षात येईल.

मनाली: सर चाळिशी म्हणतात म्हणजे काय? तोही दृष्टिदोषच आहे का?

सर : होय, वयोमानानुसार नेत्रभिंग लवचिक राहत नाही आणि समायोजी स्नायू दुर्बल बनतात. त्यामुळे जवळच्या वस्तू, अक्षरे सुस्पष्ट दिसत नाहीत. निकट बिंदूंचे डोळ्यापासूनचे अंतर वयाबरोबर वाढत जाते. निकट बिंदूंच्या डोळ्यापासून मागे सरण्याला वृद्धदृष्टिता असे म्हणतात.

राजू : मग ह्यावर उपाय?

मनू : डॉक्टरांकडे जाणं, कळलं का येडपट?

सर : मनू चावटपणा पुरे. साधारणपणे माणसाच्या चाळीस वर्षानंतर हा दोष निर्माण होतो म्हणून याला चाळिशी असं म्हणतात आणि यावर उपाय म्हणजे बहिर्वक्र भिंगाचा योग्य नाभिय अंतराचा चष्मा वापरणे. चला आता मला जरा डोळ्याच्या डॉक्टरांकडे जायचं आहे. डोळ्याची आणखी माहिती पुढच्या वेळी.

मुले : थँक्यू सर. (क्रमशः)

◆

लेखक : **शशी बेडेकर,** वामनराव मुरांजन हायस्कूल मुलुंड येथे विज्ञान शिक्षक. विज्ञान विषयक अनेक पुस्तके प्रसिद्ध. फो. ९८१९६६५७२६

भारतीय कलेचा इतिहास

गुप्तवंश

. इ.स. ३२० ते ६०० (पूर्वार्ध)

लेखक : राम थत्ते

इ.स. पूर्वी १८४ मधे मौर्यांचे साम्राज्य संपुष्टात आल्यानंतर मगधाचे महत्त्व नष्ट झाले होते. तद्नंतर जवळजवळ अडीचशे वर्षांनंतर मगधाचे नाव पुनश्च प्रकर्षाने चमकले ते चंद्रगुप्ताच्या कारकिर्दीमुळे. मौर्य साम्राज्य नष्ट झाल्यानंतर भारतात २००-२५० वर्षांचा काळ हा अंदाधुंदीचा अन् अराजकाचा म्हणून ओळखला जातो. कुशाण व आंध्रवंशांची राजवट अस्ताला गेल्यानंतर स्वतंत्र सवत्या सुभ्यांची संख्या बेसुमार वाढली. त्याच वेळी उत्तर भारतात परकीय राजे बेसुमार धुमाकूळ घालत होते. त्याला आवर घालण्यासाठी कुणीच त्राता उरला नव्हता. बौद्धधर्माला राजाश्रय न उरल्यामुळे बुद्धधर्म लयाला गेला. जैन धर्म अखिल भारतीय स्वरूप घेऊ शकला नाही. वैदिक धर्मपण लोपल्यासारखाच होता. तेव्हा पहिल्या चंद्रगुप्ताने संस्कृती रक्षणाचे काम केले. त्यांनी परकीयांशी व्यापार वाढवला. कलेच्या विकासाला खूपच मोठ्या प्रमाणावर हातभार लावला. ह्या पहिल्या चंद्रगुप्ताच्या कारकिर्दीत भारताचे सुवर्णयुग सुरू झाले. चंद्रगुप्त व त्याचा मुलगा समुद्रगुप्त हे स्वतः कलेचे व साहित्याचे चाहते होते त्यामुळे कलेची सर्वांगीण प्रगती होऊ लागली.

बौद्ध धर्माच्या सभांमधून नव्या तत्त्वाची भर पडून मूर्तीपूजेचा प्रघात सुरू झाला होताच शिवाय हिंदुधर्माच्या काही तत्त्वांची भर पडल्यामुळे बौद्ध धर्म हा वेगळा न ठेवता हिंदुधर्मातच त्याला समाविष्ट करण्यात आले. बुद्धाला विष्णूच्या दशावतारांमध्ये स्थान मिळाले. गुप्तकला ही ग्रीक कुशाणांच्या

प्रभावातून मुक्त झाली. वास्तुकला, चित्रकला व शिल्पकलांची सर्वांगीण प्रगती झाली.

फाहियान व ह्युएनत्संग ह्या दोन प्रवाशांनी त्यांच्या भारताच्या प्रवासाची माहिती लिहिताना तत्कालिन हिनयान व महायान या दोन्ही पंथाची त्यांच्या काळी भरभराट होती असे लिहिले आहे. कपिलवस्तु, श्रावस्ति इत्यादी शहरांचे महत्त्व जरी कमी झाले असले तरीही मथुरा, नालंदा पाटलीपुत्र येथील मठ, स्तूप, विश्व-विद्यालये पूर्वीच्या प्रमाणेच तेजाने तळपत होती. नालंदा विद्यापीठाचा बराचसा आर्थिक भार गुप्त शासनाकडून केला जात असे.

याच काळात हिंदू धर्माचे पुनरुज्जीवन झाले व वैष्णव पंथाला प्राधान्य मिळाले. हिंदुधर्मातील विविध पंथ व महायान पंथ यात तसा कोणताच फरक उरला नव्हता. सर्व धर्म भारतात एकत्र नांदत होते. या काळात मौर्यकालाप्रमाणे ग्रीकांचा व गांधारशैलीचा पगडा राहिला नव्हता. भारतातील हिंदुधर्म व पंथांचा प्रसार अतिपूर्वेकडे व आग्नेय आशियात फार मोठ्या प्रमाणात झाला. त्याचा पगडा तिथेसुद्धा चांगलाच बसला.

गुप्तकाळात सर्वच कला व वाङ्मय, तत्त्वज्ञान, शास्त्रे यांचा मोठ्या प्रमाणावर विकास झाला, त्यामुळे वाङ्मय, संगीत, नाट्य, नृत्य, चित्र, शिल्प व वास्तु ह्या ललित कलांची अभूतपूर्व निर्मिती याच काळात झाली. याच काळात खगोलशास्त्र, वैद्यकशास्त्र, किमयाशास्त्र इत्यादि प्रांतात पण प्रगती होत होती, त्याचाही परिणाम कलेवर झाला. याच काळात रामायण आणि महाभारताच्या गोष्टींचा प्रसार झाला. शूद्रकाचे 'मृच्छकटिक' व कालिदासाचे 'शाकुंतल' या दोन महान साहित्यकृतींची निर्मिती झाली. अर्थात साहित्यातील उपमा, तुलना, उत्प्रेक्षा शिल्पकलेत व चित्रकलेत वापरली गेल्याने सौंदर्याचा आविष्कार नवीन पद्धतीने झाला. मानवी देह-सौंदर्य नवीनच स्वरूपात रेखाटले गेले, देहाचे सौंदर्य वस्त्रांच्या पारदर्शकतेतून दिसते व ते अधिकच सौंदर्याने प्रकटते हे लक्षात आल्यामुळे शिल्पकलेमध्ये वस्त्राच्या चुण्या व पारदर्शकता प्रगट झाली.

सम्राट समुद्रगुप्त स्वत: चांगला संगीतज्ञ होता, त्याच्या एका नाण्यावर तो स्वत: एक तंतुवाद्य वाजविताना दाखवला आहे.

वास्तुशिल्प व चित्र या ललित दृश्य कलांमध्ये उच्च दर्जाचा विकास व परिपूर्णता आली. अजिंठा येथील भित्तिचित्रे, मथुरा, सारनाथची शिल्पे व देवगडचे विष्णूमंदिर, गुहांचे कोरीव काम फार उत्तम व मोठ्या प्रमाणावर निर्माण झाले. अजिंठ्यातील १६-१७-१९-२६-१-२ या गुंफा पण याच काळातील आहेत. बांधीव मंदिरांची प्रथा याच काळात पडली. मंदिरांच्या अलंकरणासाठी कोरलेली धार्मिक स्वरूपाची व पौराणिक विषयांवरील सर्वतोरचित (सर्व

बाजूंनी पाहता येणारी) उत्थित शिल्पे (high relief) तसेच भरगच्च असे नक्ष्यांचे अलंकरण करण्यात आले. हिंदु, बौद्ध व जैन पंथियांकरिता केलेल्या मूर्तींचे काम अतिशय कौशल्याने केले गेले. मथुरेचा उभा बुद्ध, सारनाथ येथील बसलेला बुद्ध, उदयगिरीच्या गुंफेतील वराहअवतार. गुप्तकाळात झालेल्या चित्रकलेचा, शिल्पकलेचा परमोत्कर्ष हा अजिंठा व ग्वाल्हेरपाशी सांची स्तूपाअलीकडे बाघ येथील कलेत दिसतो. अशा रितीने गुप्त काळात जीवनातील प्रत्येक क्षेत्रात सर्व विद्या, कला यांनी परमोत्कर्ष गाठलेला दिसतो आणि म्हणूनच गुप्तकाळाला 'सुवर्णयुग' म्हणून ओळखले जाते.

या काळातच शिल्पकला व चित्रकला या विषयांवरील नीतीनियमांची मुहूर्तमेढ ग्रंथांमधून केली गेली. तसेच 'मूर्तीशास्त्र' पण याच काळात निर्माण झाले. त्यामुळे 'षडंगां'वर आधारलेली चित्रकला, 'मूर्तीशास्त्रा'च्या आधारे मूर्तीकला ही नियमबद्ध झाल्याने त्यात एकसूत्रता आली.

गुप्तकालीन वास्तुकला

भिक्षूंच्या निवासासाठी व प्रार्थनेसाठी बुद्ध विहार व चैत्य कोरून काढून अलंकरणांनी नटविण्याची प्रथा गुप्तकाळात सुरू झाली. स्तूप, स्तंभ, प्रवेशद्वारे, वातायने, सूर्यप्रकाश आत पडावा म्हणून केलेल्या कमानी, बुद्ध व बोधिसत्वांच्या मूर्तींनी सजविण्याची प्रथा मोठ्या प्रमाणावर सुरू झाली. ते बुद्धविहार अजिंठा वेरूळ येथे आपणास बघावयास मिळतात. ते ज्यांच्या वास्तुकलेवर आधारित होते ती व चित्रांमध्ये दाखवलेली घरे, महाल, गोलाकारी वास्तू बघितले तर आपणास वास्तुकलेने घेतलेले वैशिष्ट्यपूर्ण रूप लक्षात येते. घरांवर उभारलेले कळस तर वास्तुकलेचे नवे स्वरूपच होते. त्यातूनच नंतर स्वतंत्र अशी मंदिरे उभारण्यासाठी प्रोत्साहन मिळाले. अइहोळेचे दुर्गामंदिर यातूनच निर्माण झाले. वास्तूंची प्रमाणे निश्चित करण्यात आली. त्यावरील ग्रंथसंपत्ती निर्माण झाली. घडीव दगड एकमेकांवर ठेवून त्याला एकमेकांत बसणारी भोके व खुंट्या कोरून किंवा धातूच्या खुंट्या वापरून बांधकाम केले गेले.

याच मंदिर स्थापत्याचा व शिल्पांचा प्रभाव चीन, जपान व आग्नेय आशियातील देशांमध्ये पडला हे या गुप्तकालिन वास्तुकलेचे वैशिष्ट्यच म्हणावे लागेल.

गुप्तकालीन शिल्पकला

गुप्तकालीन शिल्पकला म्हणजे आधीपासून अस्तित्वात असलेल्या पारंपरिक शिल्पकलेचे (कुशाण काळातील मथुरा व गांधार शैलीचे) विकसित रूप होय.

गुप्त शिल्पकलेचा प्रसार संपूर्ण भारतभर झाला. ती अभिजात कला म्हणून गणली जाते. गुप्तकाळातील मूर्तीशिल्पांच्या विकासाची कल्पना मथुरा येथे निर्माण

झालेल्या बुद्धाच्या पुतळ्यावरून, हिंदू देव देवता व जैन तीर्थंकरांच्या मूर्ती यावरून लक्षात येईल.

मथुरा येथील उभा बुद्ध

(इ.स. चौथे शतक)

शिल्पकलेतील गुप्त परंपरेचा सर्वोत्कृष्ट नमुना म्हणून मथुरा येथील उभ्या बुद्धमूर्तीचा उल्लेख करण्यात येतो. ही मूर्ती तांबड्या वालुकाश्म (सँडस्टोन) मध्ये कोरलेली असून (उंची ही ७ फूट) मूर्तीच्या मागे खांद्यापर्यंत पसरलेली, अलंकरणांनी भरगच्च भरलेली प्रभावळ आहे. प्रभावळीतील वेलबुट्टी व कमळाच्या पाकळ्या अतिशय उत्कृष्ट अशा कोरलेल्या आहेत. मूर्तीच्या अंगावरील वस्त्राच्या पडलेल्या चुण्या थेट छातीपासून पायांपर्यंत दिसतात व वस्त्राच्या पारदर्शकतेमुळे बुद्धाचे पाय, गुडघे, कंबर, छाती हे सर्व अवयव दिसतात. बुद्धाच्या चेहऱ्याचे शिल्पकाम तर खूपच विलोभनीय आहे. धनुष्याकृति भुवया, नासाग्रचित्त दृष्टी, सरल नासिका व ओष्ठद्वय यांचे शिल्पकाम अत्यंत हळूवारपणे केलेले आढळते. ऊष्णिशाच्या केश-कुंतलाचे काम गांधार शैलीतील ग्रीक पद्धतीचे अनुकरण न करता भारतीय पद्धतीने केलेले आढळते. ही मूर्ती सध्या नॅशनल म्युझियम दिल्ली येथे आहे.

मथुरेखेरीज गुप्तकालीन शिल्पकलेचे दुसरे महत्त्वाचे केंद्र हे सारनाथ येथे होते. तेथून जवळच असलेल्या चुनार येथील पिवळसर वालुकाश्माचा उपयोग शिल्पकारांनी केला. येथील उत्खननामध्ये अनेक उभ्या बुद्धमूर्ती मिळाल्या. मथुरेच्या मूर्तीमध्ये बुद्धाच्या अंगावरील वस्त्रे पूर्णपणे पारदर्शक वाटतात. मूर्तींची ढब सरळ ताठ न करता त्रिभंग अवस्थेत वा एका पायावर भार असल्याप्रमाणे दिसतात. मूर्तीविज्ञान शास्त्राचा उपयोग 'प्रमाण' दाखवण्यासाठी केलेला आहे.

ही सर्व शिल्पे आकाराने मात्र लहान आहेत. ह्याचे मुख्य कारण म्हणजे त्यावेळी सारनाथ हे तीर्थस्थानासारखे होते. कारण

तेथेच बुद्धाने पंचवर्गीय भिक्षूंना पहिले धर्मचक्र प्रवचन दिले. तेव्हा त्या स्थळाला भेट दिल्यानंतर आपापल्या देशात परत जाताना त्या मूर्ती यात्रेकरूंना सहज नेता येत असत.

सारनाथ येथील बसलेला बुद्ध
(इ.स. ५ वे शतक)

सारनाथ येथील पाचव्या शतकातील ही बुद्धमूर्ती म्हणजे गुप्तकलेचा एक मोठा वारसा आहे. चुनार येथील वालुकाश्माची ही बुद्धमूर्ती शिल्पकाराने अगदी सहजपणे बनविल्यासारखी भासते. पद्मासनात बसलेला बुद्ध, धर्मप्रवचनमुद्रेतील दोन हात, नास-ग्रचित्त दृष्टी, धनुष्याकृती भुवया, किंचित स्मित दाखवणारे ओष्ठद्वय, गोगलगायीच्या घराप्रमाणे असलेल्या केशांचे ऊष्णिश व शिरो भाग, खाली लोंबलेले कान, रुंद खांदे त्यामुळे ही मूर्ती खूपच सुंदर भासते. बुद्धमूर्ती मागील खांद्यांच्या खालपर्यंत अलंकारित अशी भव्य प्रभावळ, प्रभावळीच्या वरील दोनही बाजूना आकाशांतून अभिवादन करण्यास उडत आलेले दोन गंधर्व, प्रभावळीच्या खालील बाजूंना आसनावर टेकलेले दोन्ही बाजूंचे गजव्याल अतिशय सुरेख असे कोरले आहेत. मुख्य म्हणजे आसनाच्या खालील भागांत मध्यभागी कमळावर टेकलेले फुलहारांनी नटवलेले धर्मचक्र व सारनाथची आठवण म्हणून दोन्ही बाजूंचे भिक्षू. पांच फूट ३ इंच उंचीची ही

मूर्ती सारनाथ येथे पुराणवस्तुसंशोधन खात्याच्या म्युझियममध्ये बघायला मिळते.

गुप्त काळातील ओतीव बुद्धमूर्ती

गुप्तकाळात दगडाच्या व स्टकोप्लॅस्टर (चुनखडी) मध्ये मूर्ती बनत होत्या. त्याचप्रमाणे ओतीव काम करून धातूच्या मूर्ती बनवण्याचे काम होत होते. बिहारमधील सुलतानगंज येथे साडेसात फूट उंचीची तांब्याची एकमेव बुद्धमूर्ती उपलब्ध झालेली आहे. ती बर्मिंगहॅम येथे म्युझियम मध्ये आहे. कलाशैलीकडे पाहता ती ५ व्या शतकातील बुद्धमूर्ती सारखीच आहे. मूर्ती उभ्या अवस्थेत असून दोन पायांवर उभी

आहे. उजव्या हाताची अभयमुद्रा व डाव्या हाताची वरद मुद्रा मूर्तीतील वेगळेपणा दाखवते. अंगावरील वस्त्र पायांच्या घोट्यापर्यंत असून त्या वस्त्रात खांदे व हातपण लपेटलेले दिसतात. वस्त्राची पारदर्शकता धातू शिल्पात तर खूपच उठून दिसते.

उदयगिरी येथील वराह शिल्प

गुप्तकाळात भोपाळ जवळ उदयगिरी येथे कोरलेल्या हिंदू गुफेमध्ये वराह अवताराचे भव्य असे उत्थित शिल्प आहे. दुसऱ्या चंद्रगुप्ताच्या कारकिर्दीमध्ये झालेले हे शिल्प १२ फूट ८ इंच उंचीचा वराह अवतार साकार करते. वराहाच्या रूपातील विष्णूने सागरात बुडणाऱ्या पृथ्वीला अलगद उचलून आपल्या खांद्यावर सहजपणे ठेवलेले दिसते. पृथ्वी ही स्त्रीरूपात दाखवली आहे. नागाच्या शेपट्यांवर पाय देऊन उभा असलेला हा वराह, आकाशातून अभिवादन करण्यासाठी आलेल्या दोन देवता, साधू पुरुष व नागराण्याच्या तुलनेने प्रमाणामध्ये खूपच प्रचंड आहे. कथा वस्तूतील नायक हा मोठ्या प्रमाणात दाखवण्याची पद्धती ग्रीक शिल्पकारांसारखीच आहे. ते प्रमाण म्हणजे Heroic Proportion.

गुप्तकालिन वास्तुकला

गुप्तकालापूर्वी गुहा, मंदिरे व स्तूप ह्यांची कामे होत होती. परंतु ह्या प्रकारातील वास्तूंचे विकसित झालेले रूप गुप्तकाळांत पहावयास मिळते. अजिंठ्यामधील १६-१७-१९, १ व २ ह्या गुंफांची निर्मिती दुसऱ्या चंद्रगुप्ताच्या

काळात झाली.

अजिंठा येथील १९ क्रमांकाची गुफा

ही गुंफा १७ क्रमांकाच्या गुंफेतील शिलालेखांत उल्लेख केलेली 'गंधकुटी' म्हणून ओळखली जाते. ही गुंफा म्हणजे 'स्तूप भवन'. ह्या गुंफेचे आयोजन भरगच्च अशा शिल्पकलेने केलेले आहे. डाव्या व उजव्या बाजूला भिक्षूंसाठींची लयणे आहेत. लयणांच्या बाहेरील स्तंभावर पानाफुलांनी ओसंडून जाणारे घट शीर्षावर आहेत.

स्तूपभवनाची विस्तीर्ण कमान

त्या कमानीच्या दोन्ही बाजूस उभे असे कोरलेले पुरुषाकृती पेक्षाही मोठे असे पद्मपाणी व वज्रपाणी. कमानीला दोन्ही बाजूस खेटून उभे असलेले 'शंखनिधी', त्यांच्या हातातून नाण्यांनी भरलेल्या पिशव्या, त्यातून निघालेली नाणी कमानीची सर्व किनार व्यापतात. कमानीच्या सौंदर्यात त्यामुळे भर पडते. प्रवेशद्वारापाशी चार स्तंभाचा मंडप दिसतो. द्वार मंडपाच्या दोनही भिंतींवर बुद्ध प्रतिमांचे आकृतिबंध दिसतात. एकामध्ये दिपंकर बुद्धाची कथा शिल्पित आहे व दुसऱ्या बाजूला राजगृहावर भिक्षा मागण्यास आलेला बुद्ध व यशोधरा आणि राहुल ह्यांचा आकृतिबंध आहे. दोन्ही बाजूच्या भिंतीवर दोन बाजूंच्या अन् अर्ध स्तंभाच्या मध्ये बुद्धाच्या निरनिराळ्या अवस्थेतील प्रतिमा कोरलेल्या आहेत. 'गंधकुटीत प्रवेश केल्यानंतर दोन्ही बाजूला भरगच्च असे अलंकरण केलेले स्तंभ दिसतात. भवनाच्या वितानाच्या अर्धगोली पार्श्वभूमीवर महास्तूप उभा आहे. इतरत्र न दिसू शकणारे भूताल, पाताल व स्वर्गांच्या एक एक छत्रांना गंधर्वांनी तोलून धरलेले दिसते. छत्राखाली मोत्यांच्या माळांनी लगडलेली हर्मिका व वेदिका दिसते.

महायान पंथामध्ये मूर्तीपूजा वर्ज्य नसल्याने गुप्तकलेतील बुद्धाची उभी प्रतिमा (सुलतानगंज सारखी) स्तूपाच्या अंडाखालील प्रदक्षिणा पथावर व अंडावरच

कोरलेली दिसते. वितान अर्थातच त्यावेळच्या लाकडी बांधकामासारखे दिसणारे, दगडातच कोरलेले आहे. सर्व वितानावर पूर्वी रंगकाम केल्याचे अवशेष आहेत. स्तंभावरील तालपीठावर यक्ष गंधर्व व बुद्धप्रतिमा अलंकरण करून कोरलेल्या आहेत. बाहेर आल्यानंतर नागराजा व नागराणीचे शिल्प लक्ष वेधून घेते.

सारनाथ येथील धम्मेख स्तूप

स्वतंत्रपणे उभा असलेला हा स्तूप बुद्धाचा उत्तराधिकारी म्हणून मैत्रेयाची नियुक्ती केल्याच्या स्मरणार्थ उभारण्यात आलेला आहे. तो संपूर्णपणे भरीव आहे व अंड दंडगोलाकृती भाग खूप उंच आहे. वरील भाग नष्ट झालेला आहे. दंडगोलाकार भागावर आडव्या पट्ट्यात व मूर्तींसाठी असलेल्या कोनाड्याच्या सभोवताली कोरलेले उत्थित शिल्पातील अलंकरण विलोभनीय आहे,

देवगड येथील विष्णू मंदिर

गुप्त काळातील बांधीव हिंदूमंदिर म्हणून ह्या मंदिराचा उल्लेख होतो. पाचव्या शतकातील हे मंदिर दगडामध्ये बांधलेले होते. त्याचे शिखर जवळ जवळ ४० फूट उंचीचे असावे. चौरस गर्भगृहाच्या चारी बाजूस चार अरुंद असे द्वारमंडप आहेत. समोरील मंडप मंदिरात प्रवेश करण्यासाठी असून ह्यात एक प्रमाणबद्ध व अलंकृत असा दरवाजा आहे. त्यात विष्णूचा महिमा

दाखवणारी शेषशायी, गजेंद्रमोक्ष व नर-नारायण ही तीन भव्य अशी उत्थितशिल्पे आहेत. शिल्पा सभोवती अलंकृत अशा चौकटी आहेत, प्रवेश द्वारावर 'अष्टमंगल' चिन्हे कोरलेली असून वरील डाव्या व उजव्या बाजूला गंगा व यमुना ह्याच्या मकर आणि कासव ह्यांच्यावर उभ्या असलेल्या अलंकृत अशा मूर्ती कोरलेल्या आहेत. त्याच गोष्टींचा अंतर्भाव बुद्धगुफांमध्ये पण प्रवेश द्वारावर करण्यात आला.

गुप्त काळात भारतीय मंदिरांची वास्तुकला व शिल्पकला ह्यांचे एकीकरण केले गेले व त्यांचे नियम निश्चित झाले.

◆

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

पायथागोरसची मौजमजा

लेखक : नागेश शंकर मोने

काटकोन त्रिकोणाशी संबंधित असणारा पायथागोरसचा गुणधर्म शालेय स्तरापासून आपल्याला ठाऊक असतो. या गुणधर्माचे दोन पैलू या लेखात पाहूया.

३,४,५ हे पायथागोरसचे त्रिकूट आहे. (X,Y,Z) या त्रिकूटात ५ व त्याच्या पटीतल्या संख्या असणारी एकूण १६ त्रिकूटे पुढे दिली आहेत. १०० पेक्षा लहान लांबी असणारी ही त्रिकूटे आहेत.

(३,४,५); (५,१२,१३); (१५,८,१७); (७,२४,२५); (२१,२०,२९); (३५,१२,३७); (९,४०,४१); (४५,२८,५३); (११,६०,६१); (६३,१६,६५); (३३,५६,६५); (५५,४८,७३); (१३,८४,८५); (७७,३६,८५); (३९,८०,८९); (६५,७२,९७)

आता या त्रिकूटांमधील पहिल्या ७ त्रिकूटांच्या बाजू दुप्पट केल्या तरी कोणतीही बाजू १०० पेक्षा जास्त होऊ शकत नाही.

(६,८,१०); (१०,२४,२६); (३०,१६,३४); (१४,४८,५०); (४२,४०,५८); (७०,२४,७४); (१८,८०,८२) – ही नवी त्रिकूटे.

पहिल्या ५ त्रिकूटांची तिप्पट करुया.

(९,१२,१५); (१५,३६,३९); (४५,२४,५१); (२१,७२,७५); (६३,६०,८७)

पहिल्या ३ त्रिकूटांची ४ पट करुया.

(१२,१६,२०); (२०,४८,५२); (६०,३२,६८);

पहिल्या ३ त्रिकूटांची ५ पट करुया.

(१५,२०,२५); (२५,६०,६५), (७५,४०,८५)

पहिल्या २ त्रिकूटांची ६ पट करुया.

(१८,२४,३०); (३०,७२,७८);

पहिल्या २ त्रिकूटांची ७ पट करुया.

(२१,२८,३५); (३५,८४,९१)

आता पहिल्या त्रिकूटाला अनुक्रमे ८,९,१०,११,१२,१३,१४,१५,१६,१७,१८ आणि

१९ ने गुणा. ही त्रिकूटे तुम्ही लिहून पहा.

अशाप्रकारे आपण एकूण ५० त्रिकूटे मिळविली. आता काटकोन करणाऱ्या बाजूंची अदलाबदल करून आणखी ५० त्रिकोण मिळतील. म्हणजे बाजूची लांबी १०० पेक्षा लहान असणारे पायथागोरसचे १०० त्रिकोण मिळाले, योगायोग !

दुसऱ्या पैलूचा विचार करण्यापूर्वी एक छोटा गुणधर्म पाहूया. ३,४,५ अशा बाजू असणाऱ्या काटकोन त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ ६ चौ.एकक आहे. हा त्रिकोण वगळता, एकाच अंकाने (म्हणजे एकाच अंकाचा वापर करून) लिहिता येईल असे क्षेत्रफळ असणारा एकमेव त्रिकोण, त्रिकोणनगरीत उपलब्ध आहे. ६९३, १९२४ आणि २०४५ अशा बाजू असणाऱ्या त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ ६६६,६६६ आहे !

चला दुसऱ्या पैलूकडे.

ज्या चौरसांच्या आत काढलेल्या आडव्या, उभ्या अथवा कर्णावरील चौरसातील संख्यांची बेरीज समान येते त्यांना जादूचे चौरस अथवा भद्र चौरस असे म्हणतात. पायथागोरस त्रिकूटांच्या आधारे असे जादूचे चौरस बनवता येतात.

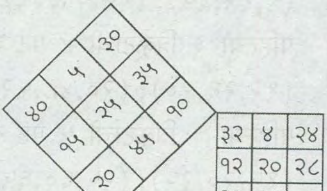
३ चा पाढा लिहू : ३,६,९,१२,१५,१८,२१,२४,२७

४ चा पाढा लिहू : ४,८,१२,१६,२०,२४,२८,३२,३६

५ चा पाढा लिहू : ५,१०,१५,२०,२५,३०,३५,४०,४५

आता शेजारील आकृती पहा.

या आकृतीत ५ चा पाढा कर्णावर आहे, तर ३ आणि ४ चा पाढा त्रिकोणाच्या इतर दोन बाजूंवर दाखविला आहे.



आता पुढील गुणधर्म आकृतीच्या आधारे पहा.

१. प्रत्येक चौरसाच्या वरच्या डाव्या चौरसातील संख्या निवडा. इथे ४०,३२,२४ पहा ४०^2 = ३२^2+ २४^2 आहे की नाही.

२. कर्णावरील चौरसातील कोणतेही २ चौरस निवडा. त्यांची बेरीज करा. वर्ग करा. हीच क्रिया बाजूंवरील चौरसातील संगत चौरसांच्या बाबतीत करा.

पहा पायथागोरसचा गुणधर्म लागू पडतो का ते !

समजा ३० व ५ = ३०+५=३५, ३५^2=१२२५

२४ व ४ = २४+४=२८, $२८^२$=७८४

१८ व ३ = १८+३=२१, $२१^२$=४४१

७८४+४४१ = १२२५ येतात!

३. कर्णावरील चौरसातील कोणताही एक स्तंभ घ्या. त्यांची बेरीज करा व मग वर्ग करा. हीच क्रिया संगत चौरसांसाठी, इतर दोन बाजूंच्या बाबतीत करा.

उदा. ५,२५,४५ या स्तंभाचा विचार करु.

५+२५+४५=७५, $७५^२$ = ५६२५

३,१५,२७ साठी ३+१५+२७ = ४५, $४५^२$ = २०२५

४,२०,३६ साठी ४+२०+३६ = ६०, $६०^२$ = ३६००

२०२५ + ३६०० =५६२५. स्तंभाऐवजी ओळ वा कर्ण घेऊन पहा.

४. कर्णावरील चौरसातील कोणतीही ओळ घ्या. ओळीतील संख्यांचे वर्ग करून बेरीज करा. हीच क्रिया बाजूंवरील चौरसांतील संगत ओळीसाठी करा.

उदा. १५,२५,३५ = $१५^२$+$२५^२$+$३५^२$ = २२५+६२५+१२२५ = २०७५

९,१५,२१ = $९^२$+$१५^२$+$२१^२$ = ८१+२२५+४४१ = ७४७

१२,२०,२८ = $१२^२$+$२०^२$+$२८^२$ = १४४+४००+७८४ = १३२८

१३२८ + ७४७ = २०७५ होतात

कोणत्याही स्तंभासाठी वा कर्णासाठीही याचा पडताळा घ्या.

५. कर्णावरील चौरसातील ९ चौरसातील संख्यांची बेरीज करा व त्याचा वर्ग करा. हीच कृती बाजूंसाठी करा. बघा पायथागोरसची त्रिकूटे मिळतात का?

६. कर्णावरील चौरसातील प्रत्येक संख्येचा वर्ग करा व बेरीज करा. हीच कृती बाजूंवरील चौरसांसाठी करा. बघा पायथागोरसचा गुणधर्म इथेही आढळतो का ते?

विशेष म्हणजे पायथागोरसच्या पुढील सर्व त्रिकूटांची व जादूच्या चौरसांची मांडणी करता येते.

गणिताच्या निरनिराळ्या घटकात असा नातेसंबंध पाहिला की आश्चर्य वाटते व आनंदही प्राप्त होतो.

◆

लेखक : **नागेश शंकर मोने,** कांतीलाल शहा प्रशाला सांगली येथे मुख्याध्यापक, गणित अध्यापक मंडळाचे काम करतात. फोन : ९२२६२८३२०३.

विज्ञानाचा शोध घेणारी स्पर्धा

लेखक : विनय र.र.

विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१० ला चांगला प्रतिसाद मिळाला. महाराष्ट्रातून २३ जिल्ह्यांमधून १५८८ स्पर्धकांनी भाग घेतला. पहिल्या क्रमांकावर पुणे येथील आबासाहेब अत्रे प्रशालेतील विद्यार्थी निरंजन गुन्नाल आला. दुसरा क्रमांक राणी लक्ष्मीबाई सैनिकी शाळा, अंबडवेट येथील इरा लिमये हिचा आला. तिसऱ्या क्रमांकावर ठाणे येथील श्रीमती सानिका खारकर, चौथा क्रमांक पुण्याचे श्री. मृणाल कुलकर्णी यांचा आला, पाचवा क्रमांक मुंबई येथील पुष्कर डोंगरे आणि विरार येथील करण सौंदाणे यांना विभागून देण्यात आला. या सर्वांना नव्वदहून अधिक गुण निळाले. ८० ते ८९ गुण मिळविणारे अठरा स्पर्धक आढळले. ७० ते ७९ मध्ये बेचाळीस तर ६० ते ६९ गुण मिळविणारे ६८ स्पर्धक निघाले. या सर्वांना बक्षिसे देण्यात आली. १३ मार्च २०१० ला टिळक स्मारक मंदिर येथे प्रा. डॉ. पंडित विद्यासागर यांच्या हस्ते बक्षिसे देण्यात आली.

विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१० मध्ये **पहिला प्रश्न** होता निरीक्षण करून उत्तरे लिहा. एखादी गोष्ट निरखून बघणे आणि तिची नोंद करणे म्हणजे निरीक्षण.

● पहिला उपप्रश्न पोस्टाच्या ५ रू. किंमतीच्या पाकिटाची लांबी रूंदी काय ? असा होता. सध्या वापरात असणारे पाकीट २२ सें.मी लांब आणि ११ सें.मी रूंद असते. हा प्रश्न बहुतेकांनी अपेक्षेप्रमाणे चोख सोडविला.

● दुसऱ्या प्रश्नात खेळाच्या पत्त्यामधील कोणत्या राजाच्या हातात शस्त्र नसते ? इस्पिक, किलवर या राज्यांच्या हातातील शस्त्र उभे असते. बदामच्या राज्याचे शस्त्र डोक्यामागे आडवे अन् छोटे दिसते पण ते हातात धरलेले स्पष्ट दिसते. मात्र चौकट राजाच्या चित्रातील शस्त्र उभे असले तरी ते हातात धरलेले मात्र दिसत नाही.

● २००९ मध्ये १३ पौर्णिमा होत्या तर २०१० मध्ये १२ पौर्णिमा आहेत. त्याचा संबंध 'अधिक' महिन्याशी जोडता येईल का ? असा एक नवाच प्रश्न त्यातून पडला.

● मोराचा रंग मोरपंखी असतो पण मोराच्या पंखावर इतरही अनेक छटा असतात मात्र मोराच्या मानेवर, गळ्यावर एकसंध मोरपंखी रंग असतो. मग या रंगाला मोरमानी

किंवा मोरगळी का म्हणत नाहीत ? असा प्रश्न मनात येतो.

● विज्ञानाची वाटचाल एका प्रश्नाचे उत्तर मिळाले तर होतेच पण त्याहीपेक्षा त्या उत्तरातून आणखी प्रश्न निपजले तर अधिक होते. घड्याळात मिनिट काटा सहावर असताना त्याचा तास काट्याशी होणारा कोन किती वाजता १३५ अंशापेक्षा जास्त असतो? मिनिट काटा सहावर असताना किती तरी 'साडे'– वाजलेले असतात. उदा. साडेदहा, साडेअकरा, साडेबारा, अगदी दीड आणि अडीच सुद्धा. या प्रत्येक वेळी १३५ अंशापेक्षा जास्त मोठा कोन होतो. कोणी म्हणेल मग साडेतीन, साडेचार, साडेपाच, साडेसहा, साडेसात, साडेआठ, साडेनऊ वाजताही १३५ पेक्षा मोठा कोन होतो की! उदा. साडेसहा वाजता होणारा अंतर कोन १५ अंश असतो याचा अर्थ त्यावेळी बाहेरून होणारा कोन १६५ अंश म्हणजे १३५ अंशा पेक्षा जास्तच नसतो का ? मग इथे अंतरकोन – बाह्यकोन असे स्पष्ट लिहायला नको का ? सामान्यपणे कोन म्हटल्यावर आपण लहान कोनच धरतो.

● सायकलची उंची प्रत्येक व्यक्तिसाठी वेगवेगळी असणे योग्य असते. त्यात कमरेपासून जमिनीचे अंतर, गुडघ्यापासून जमिनीचे अंतर इतकेच नाही तर सायकल चालकाच्या पायाचा आकार याचाही विचार करून सीटची उंची ठरवतात. पाया मात्र बहुतेकदा फ्रेमच्या उंचीवर आधारीत ठरावीकच असतो. त्याचे गुणोत्तर ०.८४ असते.

● पुढच्या प्रश्नाबाबत म्हणजे सकाळी ८ वाजता ८ चमचे पाणी घरात एका बशीत ठेवले तर रात्री आठ वाजता किती शिल्लक राहिले ? याचे उत्तर आठ चमचे हे कधीच येऊ शकत नाही. कारण प्रत्येक द्रव पदार्थ सतत बाष्पीभूत होत असतोच.

● दहावा प्रश्न असा होता की – तुमच्या डाव्या हाताच्या मधल्या बोटाचे टोक तळहातावर टेकले असता इतर बोटे कोणत्या स्थितीत असतात याची समोरून आणि बाजूने आकृती काढा. विज्ञानात काम करणाऱ्याला चित्र/आकृती काढणे गरजेचे असते. ह्या प्रश्नामुळे डावखोऱ्यांवर अन्याय झाला हे मात्र खरे.

दुसरा प्रश्न होता थोडक्यात उत्तरे लिहा.

● त्यातल्या पहिल्या उपप्रश्नात उजेडात आहे पण अंधारात नाही असे काय ? अपेक्षित उत्तर सावली. काहींनी सूर्य वगैरे पण लिहीले आहे. एका मुलीने इंद्रधनुष्य असेही उत्तर दिले. उजेड, प्रकाश यांच्यात काही छटात्मक फरक आहे का ? प्रकाश किरण सरळरेषेत जातो, उजेडात किरण असतो ?

● दुसरा उपप्रश्न १४ जानेवारीच्या आसपास भारतात कोणकोणते सण असतात ? महाराष्ट्रापुरते बोलायचे तर भोगी, संक्रांत, किंक्रांत, रथसप्तमी हे सण झाले. महाराष्ट्राबाहेरही गुजरातेत उतराण, तामिळनाडूत पोंगल, पंजाबमध्ये लोहाडी, आसामात भोगली बिहू, हिंदी पट्ट्यात माघी, खिचीरी, घुघुतीथा, ओरिसात सोंक्रांत, सुकुरात असे सण साजरे होतात. भारताबाहेरही पि मा लाओ, थिंगयान हे सण सूर्याच्या मकर संक्रमणावर अवलंबून असतात. सूर्याचे उत्तरायण सुरू होते. उन्हाळ्याकडे वाटचाल चालू होते. यात सण साजरा करण्यासारखे काय आहे ? सूर्याच्या सरकण्याबरोबर ऋतू बदलतो. वनस्पतींना नवी पालवी फुटायला लागते. उत्तर गोलार्धात मकर संक्रांत साजरी होते तशी दक्षिण गोलार्धात म्हणजे ऑस्ट्रलिया, न्यूझिलंड वगैरे देशात कर्क संक्रांत साजरी होत असेल का ? शोध घ्यायला हवा.

● तिसरा प्रश्न हवामानशास्त्रज्ञांना हवेतील कोणते पाच घटक महत्त्वाचे वाटतात ? हवामानाचा अंदाज येण्यासाठी तापमान, हवेचा दाब, बाष्पाचे प्रमाण, वाऱ्याची दिशा-वेग आणि पाऊसमान त्यात ढगही समाविष्ट होऊ शकतात. काही जणांनी हवेतील घटक म्हणून ऑक्सिजन, नैट्रोजन वगैरे वायू लिहिले आहेत. त्यांच्यातील बदलामुळे हवेचे प्रदूषण मोजता येईल पण हवामानाचा अंदाज नाही करता येणार. आधीच्या एका प्रश्नात आट चमचे पाण्याचे बाष्पीभवनाबद्दल आपण बघितले त्याचा काही उपयोग हवामानातील बदलाचा आढावा घेण्यासाठी करता येईल का ?

● चौथा प्रश्न - होता पृथ्वीवर पृथ्वीच्या मध्यापासून सर्वात लांब असणाऱ्या ठिकाणाचे नाव काय ? सर्वांत उंच शिखर एव्हरेस्ट माहिती असते. काही जणांनी तेच लांबचे ठिकाण म्हटले पण ते बरोबर उत्तर नाही. पृथ्वी एखाद्या चेंडू सारखी सगळीकडून सारखी फुगलेली नाही. पृथ्वी या संस्कृत शब्दाचा अर्थ फुगून वर आलेली असा आहे. विषुववृत्तापाशी तिचा फुगारा जास्ती आहे तर दोन्ही ध्रुवांच्या बाजूने ती किंचित दबलेली आहे. हा फरक सुमारे ४५ किलोमीटर आहे. म्हणजे विषववृत्तावरची सर्व ठिकाणे कोणत्याही ध्रुवापेक्षा पृथ्वीच्या मध्यापासून सुमारे ४५ किलोमीटर लांब अंतरावर आहेत. आता विषुववृत्तावरचे

सर्वात उंच ठिकाण शोधले की सापडले उत्तर. ते ठिकाण म्हणजे इक्वाडोर देशातील ज्वालामुखीने बनलेल्या चिंबोरोझो ह्या पर्वताचे शिखर. ते समुद्रसपाटीपासून ६२६८ मीटरवर आहे तर पृथ्वीच्या मध्यबिंदूपासून ६३८४.४ किलोमीटर इतक्या अंतरावर येतो. त्या खालोखाल टांझानियातील किलीमांजारो पर्वताचे शिखर येते. ते समुद्रसपाटीपासून ५८९५ मीटर उंचीवर आहे. एव्हरेस्ट शिखर ८८४८ मीटर उंचीवर असले तरी ते विषुववृत्तापासून बरेच दूर उत्तरेकडे असल्याने पृथ्वीच्या मध्याला जवळच आहे! गणित करून कोण हे अंतर काढून दाखवेल ?

● पाचवा प्रश्न (कोणत्या वनस्पतीची पाने खाल्ल्याव साखर गोड लागत नाही ? ग्रामीण भागातील बऱ्याच स्पर्धकांना याचे उत्तर माहिती होते - बेडकीचा पाला)

● कोणत्या वाळवंटाचे क्षेत्र कमी झाले आहे ? उत्तर - सहारा

● मातीच्या वरच्या थरात आढळणारा अधातू-सिलिकॉन. बरीचशी इलेक्ट्रॉनिक उपकरणे - संगणक, वगैरे सिलिकॉनचा वापर करून बनवतात.

● दुसऱ्या वनस्पतीवर वाढणारी वनस्पती म्हणजे परजीवी किंवा बांडगूळ.

● मांजऱ्या दगडाला भूवैज्ञानिक परिभाषेत कुहारीयुक्त असिताश्म म्हणतात, इंग्रजीत व्हेसिक्युलर बेसाल्ट म्हणतात. तो जमिनीखाली असताना काळा असतो मात्र

हवेच्या परिणामाने राखाडी होत जातो.

● यातला सर्वात शेवटच्या उपप्रश्न- आपल्या आहारात नियमित असणारा पण येथे न पिकणारा पदार्थ कोणता ? आमचं अपेक्षित उत्तर हिंग! हिंग अफगाणिस्तानमधून आयात केला जातो. सध्या अल्प प्रमाणात हिमाचल प्रदेशात त्याची लागवड केली आहे. फोडणीला खमंगपणा आणणारा हिंग आपल्या जवळपास पिकत नाही हे समजून आश्चर्यच वाटते नाही ? काहींनी या प्रश्नाचे उत्तर मीठ असे लिहिले आहे. प्रश्नातील 'येथे' या शब्दाचा भौगोलिक विस्तार किती मानाल त्यावर उत्तर ठरेल. काहींनी साबुदाणा उत्तर लिहिले. साबुदाणा येथे म्हणजे महाराष्ट्रात अधिक करून केरळमधून येतो. टॅपिओका नावाच्या कंदापासून तो बनवितात. हा कंद महाराष्ट्राच्या डोंगरी भागात सुद्धा पिकविला जातो. बामणोली-कोयना भागात त्याला शिवकंद म्हणतात आणि तो फक्त महाशिवरात्रीलाच खातात. त्याची नीट पैदास केली तर मराठी मुलुखातही साबुदाणा बनविता येईल.

प्रश्न ३ : चूक की बरोबर ?

आधी या प्रश्नातली सगळी बरोबर विधाने पाहू -

* मासा या प्राण्याची विष पचविण्याची क्षमता माणसाच्या क्षमतेच्या कैकपट असते. माशामध्ये मांसल भाग खूप मोठ्या प्रमाणात असल्याने शरीराबाहेर टाकता न येणारे पण शरीराला घातक ठरणारे पदार्थ मासा आपल्या मांसाच्या थरांमध्ये कैद करून ठेवू शकतो. म्हणूनच एखादा पदार्थ किती विषारी आहे हे ठरविण्यासाठी माशाचा उपयोग करतात. पदार्थाच्या ज्या मात्रेमुळे पन्नास टक्के मासे मरतात त्या मात्रेला विषारीपणाची अधिकतम मात्रा मानण्यात येते. त्यापेक्षा कमी प्रमाणात असेल तर ते सोसवते. माशाची विष पचविण्याची क्षमता माणसापेक्षा सातशे पटीपर्यंत असलेली आढळली आहे.

* पाणी १००% शुद्ध राहू शकत नाही. पाणी वैश्विक द्रावण आहे. शुद्ध केलेले पाणी हवेच्या संपर्कात आले तर हवेतील प्राणवायू, कार्बन डायॉक्साईड इत्यादी वायू त्यात विरघळतात आणि ते अशुद्ध होते.

* वादळ येण्यापूर्वी हवेचा दाब कमी झालेला असतो. कोणत्याही द्रव पदार्थाचा उत्कलन बिंदू हवेच्या दाबावर अवलंबून असतो. मुंबईत-समुद्रसपाटीला-पाणी १०० अंश सेल्सिअसला उकळते तर पुण्यात ते ९७.७५ अंश से. ला स।मान्यपणे उकळते. हवेचा दाब कमी झाला की उत्कलन बिंदू कमी होतो. म्हणजेच उत्कलनबिंदू लवकर गाठला जातो. पाणी कमी उष्णतेवर उकळते. लवकर उकळते.

* सजीवाच्या शरीरात किरणोत्सारी पदार्थ असतातच. सर्वात प्रमुख म्हणजे

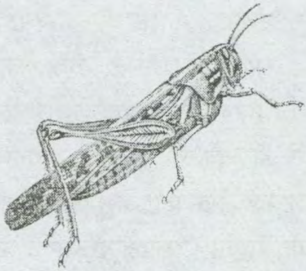
आपल्या भाषणात डॉ. पंडित विद्यासागर यांनी - वैज्ञानिकाला कल्पकता असणे फार आवश्यक असल्याचे सांगितले. एखादा संशोधक कष्टपूर्वक प्रयोग करून, नवीन रचना करतो, शोध लावतो पण कल्पकता नसेल तर त्या शोधाचे रूपांतर सर्वज्ञानात न झाल्याने काय होते हे क्ष किरण यंत्राच्या संशोधकाचे उदाहरण देऊन त्यांनी स्पष्ट केले. विज्ञान रंजन स्पर्धेच्या प्रश्नावलीत काही प्रश्न दिसायला साधे किंवा अवैज्ञानिक वाटतात परंतु ते सोडविताना विज्ञानाला आवश्यक असाणारी पायाभूत कौशल्ये पूर्णपणे वापरावी लागतात असे आढळल्याचे डॉ.विद्यासागर यांनी सांगितले. विज्ञानाच्या विद्यार्थ्यांनी कला-क्रीडा या प्रकाराकडे जाऊ नये अशी गैरसमजूत आहे. उलट कला-क्रीडा यात आपल्या बौद्धीक-शारीरिक-मानसिक कुवती वापरल्या गेल्या तर त्यांना अधिक धार चढते. याबाबत आईनस्टाईन वगैरे शास्त्रज्ञांची उदाहरणे त्यांनी दिली. विज्ञान रंजन स्पर्धेची प्रश्नावली सोडविताना ज्या गुणांचा, कौशल्यांचा वापर स्पर्धकांना करावा लागला ते सतत वापरत ठेवा असा सल्ला डॉ. विद्यासागरांनी दिला.

कार्बनचे १४ वस्तुमानाचे अणू. हा कार्बन-१४ किरणोत्सारी आहे. नेहमीचा साधा कार्बन १२ वस्तुमानाचा असतो. सजीवामध्ये कार्बन १२ आणिं कार्बन १४ यांचे प्रमाण स्थिर असते. मात्र सजीव मृत झाल्यावर शरीरात श्वास-अन्न यांच्यावाटे कार्बन-१४ येणे थांबते. शरीरात असणाऱ्या कार्बन १४ मधून किरणोत्सार चालू राहून कार्बन १४ चे प्रमाण घटत रहाते. त्या प्रमाणावरून अश्मीभूत सजीवाचे वय शोधून काढतात. कार्बन-१४च्या किरणोत्साराचा शरीराला काय उपयोग होतो याबद्दल नक्की निष्कर्ष अजून तरी कोणी मांडलेला नाही.

* बुडबुडा पाण्यातून वर येताना मोठा मोठा होतो. बरोबर बुडबुडा म्हणजे द्रवात कोंडली गेलेली हवा. तिच्यावर पाण्याच्या स्तंभाचा आणि वरील हवेचा दाब असतो. बुडबुडा वर येतो तसतसा त्याच्यावरील द्रवाची उंची कमी होते. दाबही कमी होतो. कोंडलेली हवा विस्तारते. बुडबुड्याचा आकार वाढतो.

चुकीची विधाने दुरूस्त करून लिहायला सांगितली होती. ती अशी -

*गुलाबाच्या झाडाला कधीच फळ धरत नाही. चूक. गुलाबाच्या झाडाला क्वचित फळ धरते. हे फळ गोलाकार असते. भुरकट हिरवटसर रंगाचे असते. त्यात बारीक बारीक अनेक बिया असतात. अनेक वनस्पतींना ज्या प्रमाणात फुले येतात त्या



मानाने फलधारण बऱ्याच कमी प्रमाणात होते उदा. आंबा, चिंच, पारिजातक इ. परंतु गुलाबामध्ये हे प्रमाण हजारांशापर्यंत कमी आहे. माणसाने गुलाबाची लागवड आणि प्रसार याच कारणासाठी कलमी प्रकाराने केला.

* एक किडा नाकावर बसून नाक तोडतो म्हणून त्याला नाकतोडा म्हणतात. चूक. पण मग दुरूस्त वाक्य काय होईल? परीक्षकांमध्येही बरीच चर्चा झाली. त्याचा आकार नाकासारखा असतो, तो चेहऱ्यावर बसतो इत्यादी पण समाधानकारक विधान सापडेना. शेवटी 'एक किडा असतो त्याला नाकतोडा म्हणतात' असे विधान बरोबर ठरविले. उत्तरपत्रिका तपासताना एका चौथीतल्या मुलाचे निरीक्षण आणि तर्क अधिक योग्य वाटला. त्याने लिहिले होते की हा किडा गवतावर बसलेला असता पुढील दोन पाय उचलून स्वतःचेच नाक ओढत किंवा तोडत असल्यासारखा दिसतो म्हणून त्याला नाकतोडा म्हणत असावेत. मराठी नावांची व्युत्पत्ती कशी झाली याचा शोध कोणी घेतला आहे - याचा शोध घेतला पाहिजे असे वाटले.

* सॅटेलाईट टिव्हीची अॅन्टेना उत्तर ध्रुवाकडे रोखलेली असते. चूक. काहींनी दुरूस्त विधान दक्षिण ध्रुवाकडे असे लिहिले आहे-ते ही चूकच. अॅन्टेना उपग्रहाकडे-सॅटेलाईटकडे रोखलेली असते. आपण उत्तर गोलार्धात रहातो. प्रक्षेपण परावर्तित करणारे उपग्रह भूस्थिर असून साधारणपणे विषुववृत्तांच्या पातळीत असतात. ते आपल्या भूप्रदेशाच्या दक्षिण दिशेकडे असतात. त्यामुळे अॅन्टेना दक्षिणेच्या बाजूला आकाशाकडे झुकलेली असते. दक्षिण ध्रुवाकडे असती तर ती जमिनीकडे झुकवायला हवी.

* उसाला सर्वात जास्त पाणी लागते म्हणून तो अधिक पावसाच्या प्रदेशात उगवतो. चूक. यातले पहिले अर्धे विधान बरोबर आहे. उदाहरणार्थ ऊसाला ज्वारीच्या वीस पट अधिक पाणी लागते. अधिक पावसाच्या प्रदेशात ऊस पिकविणे कठीण जाते. नाहीतर कोकणात, पूर्व विदर्भात, डोंगर शिखरांच्या भागात ऊसाची लागवड झाली असती. ऊसाला नियमित पाणीपुरवठा लागत असल्याने सिंचनाची सोय असलेल्या प्रदेशात तो पिकवतात.

* भागाकार म्हणजे तितक्यांदा केलेली बेरीज. चूक. बहुतेकांनी चूकच म्हटले. दुरूस्त करताना बहुतेकांनी भागाकार म्हणजे तितक्यांदा केलेली वजाबाकी असे लिहीले. मात्र काहीच जणांनी गुणाकार म्हणजे तितक्यांदा केलेली बेरीज असे विधान दुरूस्त करून लिहीले. अर्थात दोन्ही विधाने बरोबर आहेत.

विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१० ची प्रश्नावली वृत्तपत्रे, साप्ताहिके, मासिके द्वैमासिके यातून बऱ्याच व्यक्तींपर्यंत पोचली. ई-मेल, इंटरनेट, संकेत स्थळे यातून किती व्यक्तींपर्यंत पोचली यांची गणती करणे जरा अवघडच आहे. तरी सुमारे १ लाख २८ हजार लोकांपर्यंत ती पोचली असावी असा अंदाज करता येतो. मराठी शिवाय हिंदी गुजराती या भाषांमधूनही प्रश्नावलीची भाषांतरे होऊन अनेकांपर्यंत पोचली. भाषांतरकारांची थोडीशी पंचाईत खास मराठी शब्दांमुळे झाली. उदा. नांजऱ्या दगड, नाकतोडा, हलवा, धिरडे, घावन, आंबोळी, आठवड्यातल्या वारांचे कोडे इत्यादी. पण त्यांनी त्यांनी त्यांचे काही मार्ग काढले.
काही शाळांनी, विज्ञान मंडळांनी आपापल्या गटापुरती स्वतंत्रपणे स्पर्धा घेतली. ● कोल्हापूरच्या 'फुलोरा' या बालवाडीतल्या बालकांनाही प्रश्नांची उत्तरे मिळविताना विज्ञानाच्या मूलभूत प्रेरणांचा पाठ मिळाला असे सुचिता पडळकर यांनी सांगितले. ● निगडी येथील एका शाळेने विज्ञान प्रकल्पाची पहिली पायरी म्हणून हिचा वापर केला. ● सांगली येथील 'जिज्ञासा' संस्थेने अनेक दिवस वेगवेगळ्या उपक्रमांसाठी प्रश्नावलीचा वापर केला.

या प्रश्नामध्ये एकाआड एक विधाने चूक बरोबर अशी रचना केलेली होती. एका परीक्षकांनी तक्रार केली की बरोबर विधानाला बरोबर म्हटले तर एक गुण मिळणार आणि चूक विधान नुसते चूक म्हणून चालणार नाही तर ते दुरूस्त करून नेमके लिहिले तरच एक गुण मिळणार. बरोबर विधानही का बरोबर म्हटले आहे, याचेही स्पष्टीकरण विचारायला हवे होते. पुढच्या विज्ञान रंजन स्पर्धेच्या वेळी प्रश्नावली तयार करताना याचा नक्कीच विचार करू.

उरलेल्या म्हणजे – शास्त्रीय कारणे द्या, सविस्तर उत्तरे लिहा, करून पहा उत्तर लिहा, सोडवा या प्रश्नांमधल्या उपप्रश्नांची उत्तरे स्पष्ट करायची तर प्रत्येकी एक एक असे छोटे-मोठे लेखच होतील. शेवटचा दीर्घोत्तरी प्रश्न म्हणजे 'चांदेरे' यांच्या वैज्ञानिक कथा यांचे संकलन केले तर एक मोठी विज्ञान कादंबरी होईल.

एकूणच आम्ही घेतलेल्या या विज्ञान स्पर्धेचा अनुभव नेहमीच्या स्पर्धांपेक्षा वेगळा होता. दुसऱ्यावर कुरघोडी करणे, दुसऱ्याला मागे टाकणे याला कुठेही वाव नव्हता. प्रश्न आपापल्या पद्धतीने, आपापल्या मार्गाने सोडविण्याची अपेक्षा होती. विज्ञान म्हणजे विशेष ज्ञान होणे या साठी विज्ञान रंजन स्पर्धा प्रश्नावलीचा उपयोग झाला. त्याचाच आयोजकांना अधिक आनंद आहे.

◆

लेखक : **विनय र.र.**, स.प. महाविद्यालयात प्राध्यापक, मराठी विज्ञान परिषदेचे कार्यवाह.
फोन : ९४२२०४८९६७

डोक्याला खुराक

पृथ्वी फिरते त्याच दिशेने आंतरराष्ट्रीय वार रेषा ओलांडून पलीकडे गेल्यास तिथे आधीचीच तारीख चालू असते. असे आपण शिकलो. आता समजा मी उत्तर ध्रुवाजवळ गेलो आहे. मी पटकन (पृथ्वी फिरते त्याच दिशेने) ध्रुवाला प्रदक्षिणा घातली आणि आं.वा. ओलांडली तर माझा एक दिवस वाचेल.

मी जर पुन्ही एक-दोन प्रदक्षिणा त्याच दिशेने घातल्या तर माझे किती दिवस वाचतील?

उत्तर मिळाले की ताबडतोब आमच्याकडे पाठवा.

तुतारीचा आवाज

लेखक : -- ● अनुवाद : निस्सीम बेडेकर

प्रोफेसर फ. यांच्या घरी तो माणूस भेटायला आला. तेव्हा संध्याकाळ झाली होती.

''तुम्ही सफरीवर गेला होता असं ऐकलं. कशी झाली सफर?'' त्यानं विचारलं.

''उष्ण कटिबंधातल्या एका देशाच्या अंतर्भागात सफरीला गेलो होतो मी. फारच मजेदार झाली सफर. मात्र जंगलातून वाट काढावी लागली, डोंगरदऱ्यांतूनही जावं लागलं मला.'' प्रोफेसर म्हणाले.

''तुमच्याबरोबर बरेच लोक असतील ना?''

''छे हो, मी एकटा आणि एक वाटाड्या असे दोघेच होतो आम्ही.''

हे ऐकून पाहुण्याच्या चेहऱ्यावर आश्चर्याचे भाव उमटले.

''माझा तर विश्वासच बसत नाही. वाटेत तुम्हाला हिंस्त्र श्वापदंही नक्कीच भेटली असणार तरीही...''

''अर्थातच. पण त्यांना सहज हाकलून लावलं मी.''

''पण त्यासाठी रायफली, काडतुसं वगैरे गोष्टीही जवळ हव्यात. इतकं सगळं वाहून नेण्यासाठी नक्कीच दोनांहून अधिक माणसं लागली असणार तुम्हाला''

''पण मी वापरल्याच नाहीत रायफली.''

''मग त्यांना हाकललंत तरी कसं?'' पाहुण्याला आता त्यांची हकिकत ऐकण्यात चांगलाच रस वाटू लागला होता.

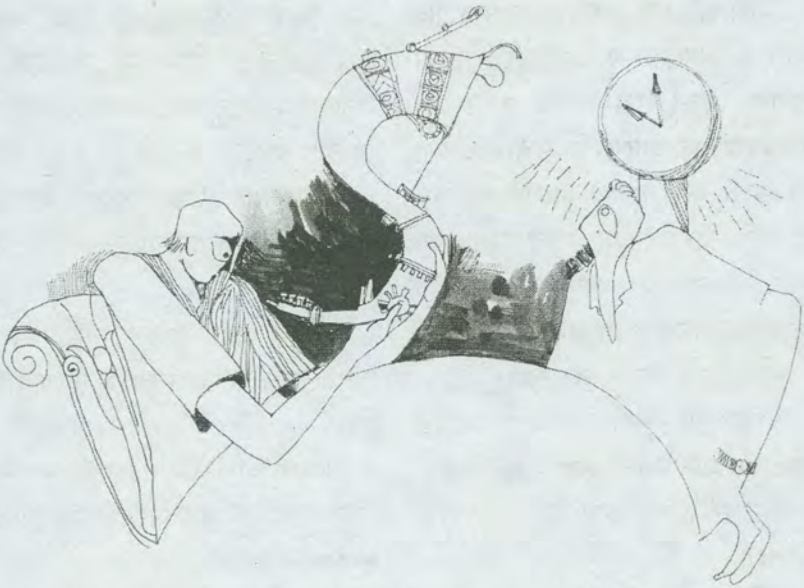
प्रोफेसर उठून शेजारच्या खोलीत गेले आणि एक लांबट वस्तू घेऊन आले.

''याचा वापर करून. हा शोध स्वत: लावलाय मी तुतारीचा.''

ती वस्तू तुतारीसारखी दिसत असली, तरी नेहमीची तुतारी नक्कीच नव्हती. तिच्या एका टोकाला एक छोटा बल्ब होता आणि एका बाजूला टेलिस्कोपसारखं काहीतरी जोडलेलं होतं. विद्युत उपकरणांचे भाग वाटाव्यात अशा इतरही बऱ्याच क्लिष्ट गोष्टी त्या तुतारीला जोडलेल्या होत्या.

''ही तुतारी करते तरी काय?'' पाहुण्यानं विचारलं.

''एकदा मी एक गोष्ट वाचली - पक्ष्यांना बोलावण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या एका



बासरीची. त्याच्याच आधारे मी ही तुतारी बनवलीय. पण ही तुतारी त्या बासरीच्या उलट गोष्ट करते – पक्ष्यांना हाकून लावते आणि केवळ पक्षीच नाही, तर इतर जनावरांना हाकलण्यासाठी या तुतारीचा उपयोग होतो. या इथे जोडलेल्या भिंगामुळं येणारा प्राणी कोणता हे मला त्वरित कळतं आणि मग त्या प्राण्याचा सर्वात नावडता आवाज या तुतारीतून आपोआप निघतो. थोडक्यात सांगायचं, तर मी या प्राण्याच्या दिशेनं तुतारी रोखून फुंकली, की तो प्राणी ताबडतोब पसार होतो. या टोकाला लावलेल्या बल्बमुळे मला रात्रीही ही तुतारी वापरता येते.''

''असं आहे होय? म्हणजे तुम्हाला विनाकारण प्राण्यांची हत्याही करावी लागत नाही. पण ही तुतारी खरंच तुम्ही म्हणताय तसं प्राण्यांना पळवून लावते?''

उत्तरादाखल प्रोफेसरांनी त्यांच्या बागेत शिरलेल्या एका मांजराच्या दिशेनं तुतारी वळवली आणि मोठ्यानं फुंकली. तुतारीतून भुंकण्याचा आवाज निघाला. मांजरानं ताबडतोब तिथून धूम ठोकली.

''पाहिलंत? जर मी ही तुतारी उंदराच्या दिशेनं धरून फुंकली असती, तर मांजराचा आवाज निघाला असता. जर एखाद्या पक्ष्याच्या दिशेनं धरून फुंकली असती, तर त्यातून एखाद्या ससाण्याच्या पंखांच्या फडफडण्याचा आवाज निघाला असता, आलं लक्षात?''

''मग काय, सफरीवर असताना तुम्हाला भीती वाटण्याचं कारणच उरलं नसेल''

''नाही. पण सफरीवरून परतल्यावर मात्र एकदा कठीण प्रसंग ओढवला होता माझ्यावर. एका रात्री माझ्या घरात एक दरोडेखोर शिरला आणि त्या आवाजानं मला जाग आली. कुणाला हाक मारणंही धोक्याचं होतं आणि टेलिफोनपर्यंत जाणंही मला शक्य नव्हतं. जंगलात राहण्यापेक्षा आधुनिक समाजात राहणं जास्त जोखमीचं आहे बुवा''

''मग तुम्ही केलंत तरी काय?''

''शेवटी मी तुतारीचाच वापर करायचं ठरवलं. दरोडेखोर भेदरला आणि पळून गेला.''

''तुतारीतून कशाचा आवाज निघाला?''

'पोलिसांच्या गाडीच्या सायरनचा''

''हा हा भलतीच अफलातून आहे तुमची तुतारी माझ्याही दिशेनं वाजवून बघा ना एकदा मी कुठल्याही आवाजाला घाबरणार नाही'' पाहुणा आता भलताच रंगात आला होता.

''अशी वाटेल त्याच्यावर तुतारी वापरून कसं चालेल?'' प्रोफेसरांनी नकारार्थी मान हलवली आणि तुतारी ठेवायला ते शेजारच्या खोलीत गेले.

पाहुणा प्रोफेसर परत येण्याची वाट बघत होता. तेवढ्यात घड्याळात दहाचे ठोके पडले.

''बापरे दहा वाजले माझं घड्याळ बिघडलेलं दिसतंय. मला आता निघायला हवं.''

प्रोफेसरांचा निरोप घेऊन पाहुणा निघून गेला. त्याला जाताना पाहून प्रोफेसर स्वत:शीच हसले.

''घड्याळाच्या ठोक्यांचा आवाज तुतारीतून निघाल्याचं लक्षात आलं नाही बेट्याच्या'' ते म्हणाले, ''पाहुणेही वेळेवर परतले नाहीत तर माझ्या संशोधनात अडथळा येतो ना''

हिंदी - संदर्भ

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये १०० आहे.

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

वितरण : एकलव्य, इ-७, एचआयजी, ४५३,

अरेरा कॉलनी, भोपाळ-४६२०१६

आनंदाचे डोही

लेखक : डी. लीला ● अनुवाद : गो.ल.लोंढे

लीला एके दिवशी आई बरोबर तलावावर पोहायला गेला. तिथे तिला माया भेटली. ती म्हणाली,

"अग काय सांगू तुला. मी पाण्याच्या तळाशी जाण्याचा केव्हापासून प्रयत्न करीत आहे. पण मी जितकी जोरात पाण्यात सूर मारते ना, त्यापेक्षा जास्त जोरात मी पाण्यावर येते. माझा चष्मा पाण्याखाली पडलाय ग! मला तो उचलताच येत नाही" तिने लगेच लीलाला चष्मा दाखवला, "तो बघ समोरच तर दिसतो आहे"

लीला सराईतपणे सूर मारून पाण्यात शिरली आणि थोड्याच वेळात एका हातात चष्मा धरून पाण्याच्या पृष्ठभागावर आली. तो चष्मा तिने मायाला दिला. नंतर दोघी अलिकडच्या काठावर आईजवळ आल्या.

मायाने रडक्या स्वरात विचारले, "अग पण तुला हा चष्मा कसा ग मिळाला? माझे हात तर चष्म्यापर्यंत पोहचतही नव्हते"

"सोप्पय" असे म्हणत गुडघ्यातून पाय झटकून लीला पुन्हा पाण्याखाली गेली.

मायाने तक्रार केली, "नुसतं सोप्पय म्हटल्यानं कोणतंही काम सोपं होतं काय?"

लीलाची आई म्हणाली, "अग माया, पाण्याच्या खाली जाऊन दाखवण्याची काळजी करीत बसण्यापेक्षा, पाण्यावर तरंगणेच छान आहे की. ती छोटी मुलगी बघ - पोहणं शिकण्यासाठी मघापासून किती धडपड करत आहे."

आता लीलाला तिची शिकण्याची सुरुवात आठवली. "मला तर काही केल्या डोके पाण्याच्या वर

ठेवताच येत नसे आणि जेव्हा मी कशीबशी पाण्यातून वर यायची ना, तेव्हा पोट पाण्याने टम्म भरलेले असायचे. पण माया तुला फारच लवकर पोहता यायला लागलं होतं. पाण्यात सूर मारायला सुद्धा तुला लवकरच जमेल.''

मायाला प्रश्न पडला होता, ''जर आपले शरीर पाण्यापेक्षा हलके असेल तर आपण पाण्यावर तरंगणार आणि जर आपले शरीर पाण्यापेक्षा जड असेल तर आपण पाण्यात बुडणार. लीला जेव्हा पाण्यात इकडून तिकडे पोहते, तेव्हा ती पाण्यावर तरंगते. पण जेव्हा तिला पाण्यात सूर मारायचा असतो तेव्हा ती पाण्यात बुडतेसुद्धा. तुला दोन्ही कसं काय करता येतं ?''

लीला म्हणाली, '' आपण पाण्यावर का तरंगतो हे मला चांगले माहीत आहे. एखादा घन पदार्थ एखाद्या द्रवात तरंगतो का बुडतो हे त्याच्या वजनावर अवलंबून नसतं, घनतेवर अवलंबून असतं.

''अगदी बरोबर बोललीस'' आई ''माया, आपण जर एखादी वस्तू पाण्यात सोडली, तर ती वस्तू थोडे पाणी दूर सारते. दूर सारलेल्या पाण्याचे वजन जर मूळ पदार्थाच्या वजनापेक्षा जास्त असेल, तर ती वस्तू पाण्यावर तरंगते. तुमच्या शरीराची सरासरी घनता जर पाण्याच्या घनतेपेक्षा कमी असेल तर तुम्ही पाण्यावर तरंगता''. यावर लीला म्हणाली, ''काही लोकांना अगदी सहज पोहायला जमते तर काही लोकांना खूप उशीरापर्यंत पोहणे जमतच नाही''

आई– ''असं आहे खरं. पोहता येणं सगळ्यांना सोपं जात नाही. काही मुले इतर मुलांच्या मानाने जास्त गुबगुबीत असतात. चरबीची घनता पाण्याच्या घनतेपेक्षा कमी असते (दुधावर लोणी तरंगते हे तुम्हाला माहीत आहेच) त्यामुळे अंगात जास्त चरबी असलेली गुबगुबीत मुले त्यांच्या शरीराची सरासरी घनता कमी असल्यामुळे अगदी सहजपणे पाण्यावर तरंगतात. त्यामानाने

किरकोळ शरीरयष्टीच्या मुलांच्या शरीराची सरासरी घनता थोडीशी जास्त असते मात्र त्यांच्या फुप्फुसात भरपूर हवा असेल तर त्यांच्या शरीराची सरासरी घनता कमी होते व ती पाण्यावर तरंगू शकतात.''

लीला – ''ही सरासरी घनता आपण कुठे काढत बसणार ? तरंगत्या जहाजाचा विचार केला, तर आपल्याला तरंगण्याचे तत्त्व सहज समजेल. लोखंडी जहाज खूप अवजड असते आणि लोखंडाची घनताही खूप असते (पाण्याच्या घनतेच्या आठपट) म्हणून असे वाटेल की ते पाण्यात बुडेल. पण जहाजाचे आकारमान वाढवता आले की त्यात खूप मोठ्या प्रमाणात हवा सामावली जाते. याचा परिणाम असा होतो की जहाजाची सरासरी घनता ही लोखंड आणि हवा यांच्या घनतेच्या सरासरी एवढी होते. पण हवा अत्यंत हलकी असल्यामुळे जहाजाची घनता पाण्याच्या घनतेपेक्षा कमी होते व जहाज पाण्यावर तरंगते''

लीलाला आठवले, ''एखादे वेळी अपघात होऊन जहाजाला भगदाड पडले तर त्या भगदाडातून पाणी जहाजात शिरते. त्यामुळे तेथील हवा निघून जाते व जहाजाची घनता वाढते. असेच ना?''

आई ''होय, अगदी बरोबर.''

एवढी चर्चा झाली तरी माया अजून विचारच करीत होती. ''लीलाच्या आई, मला अजून हे समजत नाही की लीलाची घनता कमी असूनसुद्धा सूर मारल्यावर ती पाण्यात का बुडते ? मला तर काही हे कोडं उलगडत नाही.''

लीला म्हणाली, ''हां.... सूर मारते वेळी मी जोराचा उच्छ्वास टाकते. त्यामुळे माझ्या फुप्फुसातील हवा कमी होते आणि मग बुडत्या जहाजासारखी मी पाण्यात बुडते!''

''ही युक्ती आहे होय ?''असे म्हणत, एक जोराचा उच्छवास टाकून व गुडघ्यातून पाय झटकून माया अगदी सहजपणे पाण्यात उतरली व पाण्याच्या तळाशी जाऊन आली!

◆

जंतरमंतर जाने.२०१० मधून साभार.

लेखक : **डी. लीला आणि मैत्रिणी**, चेन्नई

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

गुप्तकालिन कला

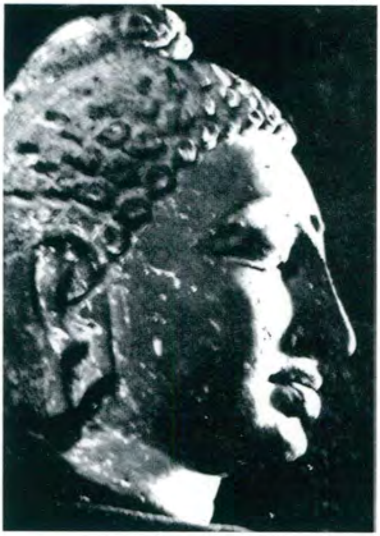
● १९६५ साली श्यामळाजी (उ. गुजरात) येथील उत्खननात एक बुद्धस्तूप सापडला. हा स्तूप ८४' x ८४' च्या आठ फूट उंचीच्या चौथऱ्यावर बांधलेला आहे. तो ५४ फूट उंचीचा होता. मातीच्या भाजलेल्या विटा व तसेच मातीच्या ३२ मूर्ती अंडाच्या खालच्या बाजूस होत्या. प्रत्यक्ष दशबलाचे (बुद्धाचे एक नाव) अवशेष असलेली सुवर्ण कुपी दगडामध्ये कोरलेल्या १ फूट व्यासाच्या करंडकामध्ये तांब्याच्या डबीमध्ये सापडली आहे. करंडकावर ब्राह्मी लिपीतील शिलालेखांत ''हे अवशेष राजा सुदर्शनाने भाद्रपद पंचमी रोजी संवत्सराची १२७ वर्षे गेल्यानंतर ठेवले आहेत'' असे कोरून काढलेले आहे. शेजारी लागूनच भिक्षूंच्या निवासाची सोय आहे. ही विटांमध्ये बांधलेली घरकुले एका विशाल प्रांगणाच्या चौफेर होती.

शेजारच्या चित्रात मातीची मूर्ती आणि करंडक ⟶

अजिंठा येथील गुंफा क्रमांक १९ मध्ये
नागराजा आणि नागराणीचे शिल्प आहे. ⟶

● नागराजाच्या मागे त्याची सातफण्यांची प्रभावळ. शेजारी बसलेल्या राणीच्या शिरोभागी एकाच फणीची प्रभावळ. दोघेही एका दगडाच्या आसनावर बसले आहेत. दगडावर Stylization केलेले. पहाडामधील दगडाचा आकृतिबंध. नागराजाने एक पाय आसनावर टेकवलेला आहे दुसरा खाली जमिनीवर सोडलेला आहे. नागराजाने त्याचा डावा हात आसनावर टेकवलेला आहे व दुसरा वर घेतलेल्या मांडीवर ठेवलेला आहे. गळ्यामध्ये रत्नजडित अलंकार असून डाव्या खांद्यावरून ओघळलेले मोत्यांनी जडवलेले यज्ञोपवित सहजगत्या कोरले आहे. नागराजाच्या उजव्या बाजूला चवरी ढाळणारी दासी कुतूहलाने बघते आहे. नागराजाच्या डाव्या बाजूस एक पाय खाली सोडून डावा पाय आसनावर टेकून हातांत कमळ घेतलेली राणी दाखवली आहे. हे देवडीवर बसलेले नागराजा व राणीचे शिल्प कदाचित दानसम्राट वाकाटक 'हरिषेणाचेही' असू शकेल.

अधिक माहितीसाठी लेख -
भारतीय कलेचा इतिहास - गुप्तवंश पान क्र. ५५ वर पहा.



श्यामळाजी येथील
भाजलेल्या मातीची मूर्ती

बुद्ध अवशेषाचा करंडक

अजंठा येथील नागराजा, नागराणी

शैक्षणिक संदर्भ : एप्रिल – मे २०१० 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.