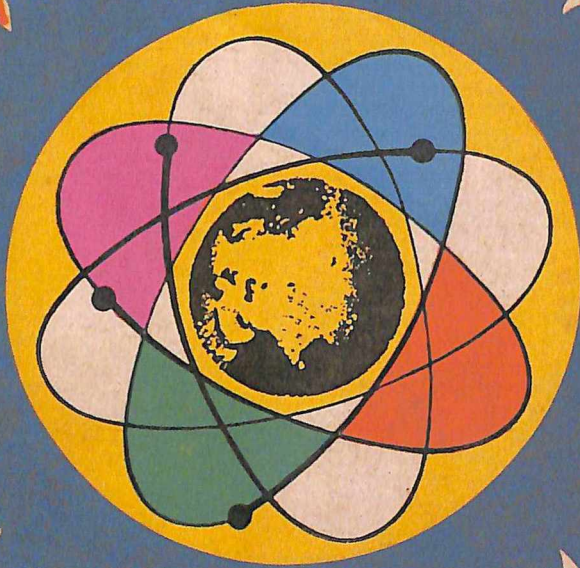


म.ग्रं.सं. वाचनालय, ठाणे

विषय : प्रा. वा.

दा. क्र. २८४०



BVBK-0402840

२८४०
विज्ञानाची
वाढ्याल

प्रा.ना.वा. कोणेकर

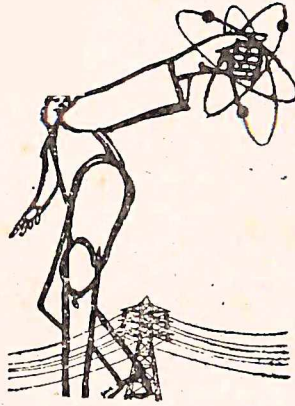
बौ. वी.

२८४०
१/११/२३

.....
.....
.....
.....

ब. वं. वं. वं.; बालनाथ बाला.
बाल नाथनाथ बालनाथ
ब. वं. २८४० दिनांक १/११/२३
बालनाथ बौ. वी.

प्राचीन कालापासून अगदी विसाव्या शतकापर्यंत
विज्ञानाचा इतिहास शब्दबद्ध करणारा सुरस ग्रंथ



विज्ञानाची वाटचाल

* * * * *

प्रा. ना. वा. कोगेकर



BVBK-0402840

अनिहद्ध साहित्य



विज्ञानाची वाटचाल
प्रा. ना. वा. कोगेकर

प्रकाशन क्रमांक : ८१

मुखपृष्ठ
जयसिंहराव घोरपडे

आतील चित्रे
दि. द. बापट आर्ट स्टुडिओ

प्रकाशन तिथी
५ एप्रिल १९८८
अंगारकी चतुर्थी

प्रतिरूप मुद्रण
आवृत्ती : १९८९

प्रकाशक
गजानन क्षीरसागर
अनिरुद्ध साहित्य
१४९३ क, सदाशिव,
पुणे ४११ ०३०.

मुद्रक :
मा. गो. जोशी
आनंद मुद्रणालय
१५२३, सदाशिव पेठ, पेहूगेट रस्ता
पुणे ४११०३०

मूल्य २० रुपये

शुभास्ते पन्थानः सन्तु ।

सुमारे २३०० वर्षांपूर्वीच्या कालात वावरलेला जगप्रसिद्ध ग्रीक तत्त्ववेत्ता अ‍ॅरिस्टॉटल आज विसाव्या शतकात प्रकट झाला तर आधुनिक युगातील विज्ञान प्रगती पाहून त्याच्या मनात कोणते विचार येतील अशी कल्पना मनात धरून या पुस्तकाचा प्रारंभ मी केलेला आहे.

गेल्या २३०० वर्षांतील वैज्ञानिक प्रगतीचा धावता आणि विहंगमावलोकनात्मक इतिहासच या कल्पनेचा मागील घेताना या पुस्तकात साकार झालेला आहे.

पदार्थ-विज्ञान, रसायन, जीवशास्त्र, गणित आणि भूगर्भशास्त्र अशा विज्ञानाच्या पाच शाखांतील ठळक घटनांचा आढावा या पुस्तकात तुम्हाला आढळेल.

विज्ञानाचा इतिहास जाणून घेण्याची इच्छा असणाऱ्या सर्वांनाचा या पुस्तकाचा निश्चित उपयोग होईल अशी खात्री वाटते.

आपला अभिप्राय जाणून घेण्यास मी अतिशय उत्सुक आहे.

— ना. वा. कोणेकर
रमाकृष्ण अपार्टमेंट्स,
१६०० सदाशिव, पुणे ४११ ०३०.

अ नु क्र म

१. अँरिस्टॉलचे आगमन

ग्रीककालीन संशोधनपद्धती	११
प्रायोगिक विज्ञानाचा जॅनक रॉजर वेकन	१४
विज्ञानयुगाचा आरंभ	१६
भारतीय ज्योतिःशास्त्रज्ञांची कामगिरी	२१
विश्वरचनाविषयक आधुनिक कल्पना	२२
अंतरीक्ष प्रवास सत्यसृष्टीत अवतरणार	२४
विद्युत्शक्तीचा शोध व संदेशवहनातील प्रगती	२६
वर्णपटाच्या अभ्यासावरून ताऱ्यांची माहिती	२९
आईन्स्टाईनचा सापेक्षतावाद	३२
पदार्थाच्या अंतिम घटकांचा शोध	३४
अणुरचनेवर प्रकाश	३६
किरणोत्सारी द्रव्यांचा शोध	३७
निसर्गक्रियांची नक्कल	३९
शक्तिनिर्मितीच्या क्षेत्रातील टप्पे	४०
आधुनिक कालातील शास्त्रीय प्रगती	४२
प्लांकचा शक्तिपुंजवाद	४३
इलेक्ट्रॉनिक्स शाखेचा विकास	४६

२. जीवशास्त्र आणि वैद्यकीय क्षेत्र

प्राचीन पौर्वात्यांचे कार्य	५३
वनस्पती व प्राणी यांची वर्गवारी	५७
शलाका उपपत्ती	५८
जंतुशास्त्राचा जनक—लुई पाश्चर	५९
नव्या उपचार पद्धतींचा शोध	६१
वनस्पती व प्राणीजगतातील वैचित्र्य	६३
चार्ल्स डार्विनचे उत्क्रांतीतत्त्व	६५

३. रसायनशास्त्रातील प्रगती

भारतीय रसायनशास्त्रज्ञ सिद्ध नागार्जुन	७४
अरब रसायनतज्ज्ञ	७५
मूलद्रव्यांचे रूपांतर शक्य कोटीत आणले	७६
ज्वलनक्रियेचे स्वरूप	७६
फ्लॉजिस्टन उपपत्ती	७७
प्राणवायूचा शोध	७८
शक्तीच्या अक्षय्यत्वाचा सिद्धान्त	७९
प्राऊस्टचे तत्व व अणुविषयक कल्पना	८१

रसायनशास्त्राच्या दोन महत्त्वाच्या शाखा	८२
प्रयोगशाळेत कृत्रिमपणे पदार्थांची पैदास	८३
मूलद्रव्यांचा शोध	८४

४. गणितशास्त्रातील प्रगती

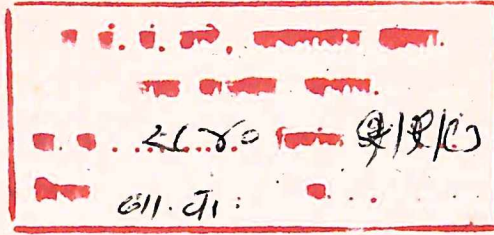
भारतीय गणितज्ञांचा पराक्रम	८८
युरोपातील गणित्यांनी केलेली प्रगती	८९

५. भूगर्भशास्त्रातील प्रगती

भूगर्भशास्त्राचा व्यावहारिक उपयोग	९३
पृथ्वीच्या जन्माची शास्त्रीय मीमांसा	९४
वाईझेकरची उपपत्ती	९५
पृथ्वीचे मूळचे व हल्लीचे स्वरूप	९६
पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची रूपांतरे	९८
पृथ्वीवरील जीवाची निर्मिती	९९
सजीवांचे प्राचीन अवशेष	१०१
पृथ्वीचे अंदाजे वय	१०४
पृथ्वीवरील हिमयुग	१०५

काल्पनिक ऑरिस्टॉटल् अंतर्धान पावला !

१०६



१

ऑरिस्टॉटलचे आगमन

मी, अमृतराव, डॉ. गुलाबचंद, धोंडूनांना आणि रंगाचारी अशा आम्हा पाचजणांचा दर रविवारच्या सायंकाळचा जणू कार्यक्रम ठरलेलाच ! गावापासून दूर फिरायला म्हणून बाहेर पडायचे, चांगले तीन-चार मैल लांब गेल्यावर उजव्या बाजूला पसरलेल्या टेकड्यांच्या रांगेपैकी सुळक्यासारखी भासणारी वेताळ टेकडी चढून जायचे व त्यावरील एका विवक्षित खडकावर आसन मांडून बसायचे; आणि त्यानंतर काय ? नाना विषयांवर आमची चर्चा, वादविवाद सुरू व्हावयाचे; अशी चर्चा रंगू लागली की मग कोणालाच वेळेचे भान रहायचे नाही. आमच्या पंचकडीत गणित, वास्तवशास्त्र, रसायनशास्त्र जीवशास्त्र व भूगोलशास्त्र या पाची शाखांचे अभ्यासू असल्यामुळे अशापैकी एकाद्या शाखेतील प्रश्नावर वाद सुरू होऊन चांगलाच रंगायचा. वेताळ टेकडीवरील तो विवक्षित खडक म्हणजे जणू काय आमच्या मालकीचीच जागा असे आम्ही समजत असू. तेथे दुसरा कोणी फिरणार नाही अगर त्यावर कोणी आपला हक्कही सांगणार नाही अशी जणू आमची ठाम समजूत !

पण त्या रविवारच्या संध्याकाळी, त्याच खडकावर आमच्या अगोदर एक मनुष्य येऊन बसलेला पाहताच आम्ही सर्वजण चकितच झालो. खडकावरच्या आमच्या मालकीहक्काचा आम्ही मिरवीत असलेला टेंभा त्या दिवशी खाडकन् उतरला ! टेकडीकडे जात असता, दूरवरून दिसणाऱ्या माणसाच्या आकृतीकडे पाहून ती व्यक्ती कोण असावी याविषयी आमच्या मनात नाना तर्ककुतर्क सुरू झाले. मानेपर्यंत रुळत असलेले डोक्यावरील ते वळचावळचा-सारखे केस, सरळ नासिका, दाढी-मिशांचे अभावी तुळतुळीत झालेला चेहरा, अंगावरील ढिली कफनी, त्यावरून घसरते सोडलेले ते उपरणेवजा वस्त्र या सर्वांकडे नजर जाताच जुन्यापुराण्या कालातील एकादा पुराणपुरुष तर एका-एकी या पृथ्वीतलावर अवतीर्ण झाला नसेल ना अशी शंका आमच्या मनाला चाटून गेली. बाकी अध्यात्मचित्तनासाठी या खडकासारखी दुसरी सोईस्कर व निवांत जागा नव्हती हे मात्र खरे ! टेकडीच्या पायथ्याजवळून एक ओढा वहात होता. ओढ्याच्या दोन्ही काठांवर उंच उंच वृक्ष एकमेकांना खेटून उभे होते. अशा या अगदी एकीकडे असणाऱ्या शांत व रम्य जागी एकादा ऋषि-मुनी खास तपश्चर्येसाठी अवतीर्ण झालेला असावा असे खडकावर बसलेल्या त्या पुराणपुरुषाकडे पाहताच आम्हा सर्वांना वाटले. आम्ही टेकडीजवळ येऊ लागताच ती आकृती जास्त स्पष्ट होऊ लागली. अखेर टेकडी चढून, आम्ही त्या खडकाकडे पावले टाकू लागलो. मनात विचार आला, 'एकूण आज-वरच्या आमच्या हक्काच्या जागेला आम्ही आज मुकणार तर ? पण नाही ! आम्हीहि मुरदाडपणा करण्याचे ठरविले. का म्हणून आम्ही दुसरीकडे जावे ? कारण आम्ही पाचजण, उलट तो एकटा ! बसेल बापडा थोडा वेळ आमच्या गोष्टी ऐकत, आणि अखेर आमच्या वादावादीला कंटाळून जाईल उठून दुसरीकडे ! त्याप्रमाणे आम्ही पाचजणांनी त्या खडकावरून जरा बाजूलाच आमचे ठाण मांडून दिले. आता आमच्या गप्पांना सुरुवात होणार तेवढ्यात एकाद्या आगांतुकाप्रमाणे आमच्याकडे तोंड फिरवून त्या दाढीदीक्षिताने आपण होऊन बोलायला प्रारंभ केला.

“ नमस्कार, विसाव्या शतकात वावरणाऱ्या मानवमित्रांनो ! आज जवळ जवळ २२८४ वर्षांनी या पृथ्वीतलावर मी खेप टाकीत आहे. म्हटले, इतक्या वर्षांनंतर पृथ्वीवरील मानवांची काय हालहवाल आहे ती बघावी तर खरी !

कोणी म्हणतात की, पृथ्वीवर 'अणुयुग' संपून आता 'अंतराळ युग' सुरू झाले आहे. बरं झालं तुमची गाठ पडली ती ! तुमच्या चेहेऱ्यावरून तुम्ही सर्वजण विचारवंत व अभ्यासू तत्त्वचिंतक असावेसे वाटता. गेल्या २३०० वर्षांत, पृथ्वीवरील मानवाने भौतिक शास्त्रात केलेल्या स्पृहणीय प्रगतीची माहिती निदान त्रोटक स्वरूपात तरी ऐकावयाला मिळावी अशी मला तळमळ लागून राहिली होती. तुमच्याकडून ती माहिती नक्कीच मिळेल असे मला वाटते. मग काय, कराल ना माझी एवढी इच्छा पूर्ण ?”

मी मनात म्हटले, “ बराच दिसतोय की हा आगांतुक पुराणपुरुष ! ओळख पाळख नसताना, आपलंच घोडं पुढे दामटून अघळपघळ गप्पा मारण्याचा विचार दिसतोय या स्वारीचा ! बाकी २३०० वर्षांपूर्वीच्या माणसाशी, आमची ओळख असणार तरी कशी म्हणा ! हरकत नाही ! याला आधुनिक कालातील माहिती देताना आपल्यालाहि जुन्या कालातील काही माहिती, प्रत्यक्ष त्या कालात दाबरलेल्या याच्यासारख्याच्या तोंडून ऐकायला मिळेल, हा काय आमचा कमी फायदा होणार आहे याच्याबरोबर मारलेल्या गप्पांतून ?” माझ्या इतर दोस्तांकडे पाहून मी उत्तर केले, “ हे पहा पुराणपुरुष हो ! - पण आधी तुमचे नाव, गाव तर कळू द्या आम्हाला ! अहो, या विसाव्या शतकात, स्वतःची ओळख वगैरे करून दिल्याशिवाय एकाद्या नवख्याशी एकदम बोलाचाली करणे म्हणजे अशिष्ट व मागासलेपणाचे लक्षण मानले जाते. तेव्हा तुम्ही कोण, तुमचं नाव काय, गाव कोणतं, पूर्वी कोठे होता, कोठून आला, सध्या वास्तव्य कोठे, व्यवसाय काय इत्यादी गोष्टी सांगाल तर खरे ?”

मला मध्येच अडवून अमृत्या म्हणाला, “ अरे हो, हो ! अगदी खाडिलकरांच्या मानापमानात, शीलधराने भामिनीवर केलेल्या प्रश्नांच्या भडिमाराप्रमाणे या विचाऱ्यावर तू प्रश्नांची फॅर झाडू लागलास की ! जरा सबूरीने घे. ”

“ सुमारे २३०० वर्षांपूर्वीच्या कालातील मी मनुष्य ! मला हो काय माहिती तुमच्या या चालीरीतीची ! बरे झाले तुम्ही माझे लक्ष या आधुनिक चालीरीतींकडे वेधले ते ! त्याचं असं आहे, तुम्ही 'अॅरिस्टॉटल' हे नाव ऐकलं असेल नाही का ?”

“हो तर ! हे काय विचारणं झालं ? अहो, अॅरिस्टॉटलचे नाव माहिती नाही असा उच्च शिक्षण घेतलेला आधुनिक कालातील विद्यार्थी विरळाच. ग्रीस देशामध्ये ख्रिस्तपूर्व ३८४-३२२ वर्षे या कालात तो होऊन गेला. एक अतिशय नामांकित व विद्वान तत्त्ववेत्ता म्हणून त्याचा लौकिक आहे. प्लेटो या ग्रीक तत्त्ववेत्त्याचा शिष्य व अलेक्झांडर बादशहाचा गुरु किंवा सल्लागार



अॅरिस्टॉटल

म्हणून देखील तो प्रसिद्ध आहे. तत्त्वज्ञान, पदार्थविज्ञान, खगोलशास्त्र, जीवशास्त्र अशा ज्ञानाच्या बऱ्याच शाखांत या अॅरिस्टॉटलने, आपल्या कालात काही मुलभूत कल्पना व सिद्धान्त मांडले. त्याचे हे सिद्धान्त व मौलिक विचार त्याच्या मृत्यूनंतर जवळ जवळ १७०० वर्षेपर्यंत वैज्ञानिक जगतात तग धरून होते, इतका त्याच्या विचारांचा, जबरदस्त पगडा युरोपातील लोकांवर होता असे म्हणतात.”

“अरे वा ! आज जवळ जवळ २३०० वर्षे झाली तरीदेखील अॅरिस्टॉटलचे नाव व त्याने केलेले कार्य तुम्ही लोक मोठ्या गौरवपूर्वक स्मरता वाखाणता, वर्णन करता आहात म्हणायचे ! ज्ञानी, विचारी व्यक्तींना तुम्ही विसाव्या शतकातील लोक बरेच मानता म्हणायचे ! फार चांगली गोष्ट आहे ही !”

“हो तर जुन्या काली विद्वानांनी संपादिलेले ज्ञान जतन करणे, चालू पिढीतील जिज्ञासूंना ते देणे व त्यात नव्यानव्या ज्ञानाची भर घालून ते

वाढीस लावणे हे तर आम्ही विसाव्या शतकातील सुशिक्षित आमचे कर्तव्य मानतो. पण ते असो ! या ठिकाणी अॅरिस्टॉटल्चा व तुमचा परिचय करून देण्याच्या प्रश्नाचा संबंध येतो कोठे हेच मला समजत नाही," मी म्हणालो.

" माफ करा हं मंडळी. पण ज्या अॅरिस्टॉटलविषयी तुम्ही आताच चार शब्द सांगितले तो मीच, आज प्रत्यक्ष प्रकट झालो आहे तुमच्यासमोर ! "

एकाद्या भक्ताने देवाचे नाव उच्चारारे आणि प्रत्यक्ष त्या देवानेच प्रकट होऊन भक्ताला चकित करून टाकावे तसाच हा प्रकार झाला.

भौतिक तसेच अध्यात्मिक शाखांत क्रांतिकारक कल्पना, सिद्धांत मांडून ज्याने युरोपातील लोकांना जवळजवळ १७०० ते १८०० वर्षेपर्यंत वैचारिक दृष्ट्या आपल्या अंकित करून ठेवले होते तो महान् तत्त्वज्ञ आज आमच्या-समोर बसलेला आहे हे समजताच आम्हा सर्वांची मस्तके, मोठ्या नम्रतेने त्याच्यापुढे वाकली व आमच्या वाचा जणू एकाएकी बंद पडल्यासारख्या झाल्या. अशा स्थितीत किती क्षण लोटले कोण जाणे ! परंतु त्या पुराण-पुरुषाच्या शब्दामुळे आम्ही सर्वजण हा भानावर येऊन त्यांचे बोलणे लक्ष-पूर्वक ऐकू लागलो.

ग्रीककालीन संशोधनपद्धति

" गेला तो आमचा काल ! परंतु गेल्या २३०० वर्षांत, ज्ञानाच्या निर-निराळ्या शाखांत फार झपाट्याने वाढ झाली असून भौतिकशास्त्रात तुम्ही मानवांनी फार प्रगती केली आहे असे कानावर आल्यामुळे खरा प्रकार प्रत्यक्षच ऐकावा, पहावा म्हणून आज मी पृथ्वीतलावर प्रकट झालो आहे. आमच्या वेळेचे वैज्ञानिक संशोधन म्हणजे निव्वळ बौद्धिक कसरतीच्या स्वरूपाचे ! अशा संशोधनाला प्रयोगशाळा, प्रायोगिक हत्यारे उपकरणे यांची जोड जवळजवळ नसावयाची ! सर्व संशोधन तांत्रिक स्वरूपाचे, त्यामधून काढलेल्या निष्कर्षांना निरोक्षणाची जोड देण्याची विशेष गरज आम्हाला कधीच वाटली नाही. ख्रिस्ती धर्मग्रंथात प्रतिपादिलेल्या तत्त्वांशी व तत्कालिन धार्मिक कल्पनांशी विसंगत नसणारी तत्त्वे वैज्ञानिक क्षेत्रात मांडणाऱ्याला आमच्या काळी कधीच त्रास होत नसे, धोका नसे. त्या कालच्या समा-

जात अमीर उमराव, श्रीमान, सुखवस्तु अशा लोकांचा जो वर्ग अस्तित्वात असे, त्याच वर्गातील बुद्धिमान लोक अशा तऱ्हेच्या वैज्ञानिक संशोधनात लक्ष घालीत असत. त्यांच्या संशोधनाचे विषय प्रामुख्याने तत्त्वज्ञान, ज्योतिषशास्त्र, गणित व वास्तवशास्त्र हे असत. काही संशोधक वैद्यकशास्त्र व रसायनशास्त्र (अल्केमी) यातहि थोडेफार लक्ष घालीत. शिसे, लोखंड या सारख्या हीन धातूंपासून सोन्यासारखा श्रेष्ठ धातू कसा मिळविता येईल या गोष्टीकडे राजेरजवाडे यांचे फार लक्ष असे. त्यामुळे रसायनशास्त्र व त्यातील संशोधन म्हणजे केवळ हीन धातूचे रूपांतर श्रेष्ठ धातूत घडवून आणण्याचे शास्त्र, असेच समीकरण त्या काली बनले होते. वैज्ञानिक संशोधनाचे काम केवळ श्रीमान व वरच्या वर्गातील लोकांकडून केले जात असल्यामुळे प्रयोगासाठी लागणारी उपकरणे बनविणे, हत्यारे वापरणे, संशोधकाने प्रयोगशाळेत जाऊन स्वतःच्या हातांनी अंगमेहनतीची कामे करणे, या गोष्टी श्रीमान लोकांचे दृष्टीने कमीपणाच्या मानल्या जात असत. त्यामुळे आरामखुर्चीत बसल्या बसल्या निव्वळ बुद्धि व कल्पनाशक्ती यांच्या जोरावर जेवढे तात्त्विक संशोधन करता येईल तेवढे करावयाचे असा परिपाठ बहुतांशी आमच्या कालात पडून गेला होता.”

“ बरोबर आहे आपले म्हणणे ! जवळजवळ तेराव्या शतकापर्यंत युरोपात, आपण आता वर्णन केलेली परिस्थिती शास्त्रीय संशोधनाच्या क्षेत्रात सर्वसाधारणपणे अस्तित्वात होती असे दिसून येते. अर्थात याला काही अपवाद आहेतच. उदाहरणार्थ, ख्रिस्ती सनाच्या दुसऱ्या शतकात गालेन या नावाचा जो शस्त्रवैद्य होऊन गेला, त्याने मानवी शरीररचनेबद्दल जे ज्ञान जमा केले ते प्रत्यक्ष प्रयोगांवरूनच. तो एक उत्तम शस्त्रवैद्य असल्यामुळे, शरीरातील निरनिराळे रोग नाहीसे करण्याचे काम त्याला शस्त्रक्रिया करून करावे लागे व त्यातच त्याला शरीरावयवांचे ज्ञान पैदा करता आले. तसेच निरनिराळ्या प्राण्यांच्या शरीरांचे विच्छेदन करून त्याने त्यांच्या पचनेंद्रियांची व पचनकार्याची माहिती मिळविली. मेंदू व पाठीचा कणा यांचे मानवी शरीरातील महत्त्वाचे स्थान ओळखून, पाठीच्या कण्याच्या निरनिराळ्या ठिकाणी छेद केल्यास त्यामुळे जडणाऱ्या अर्धांगवायूसंबंधी त्याने मिळविलेली माहिती जवळ जवळ एकोणिसाव्या शतकापर्यंत अबाधित राहिली. इंद्रिय-

विज्ञानावरील गालेनची मते बराच कालपर्यंत अखेरची व प्रमाण म्हणून धरली जात होती.

“ वास्तवशास्त्रातील संशोधनात प्रायोगिक पद्धतीचा अवलंब व पुरस्कार करण्याचे काम सिसिली बेटातील सिरॅक्यूस गावी राहणाऱ्या आर्किमिडीजने ख्रिस्ती शतकापूर्वी सुमारे पाचशे वर्षे केले. त्याने प्रेरणाशास्त्राच्या आधारे तरफेचे तत्त्व व उपयोग विशद करून असे जाहीर केले की, अतिशय लांबच लांब अशा एखाद्या तरफेचा उपयोग केल्यास कोणालाही सर्व पृथ्वी हलविता येईल. पाण्यात तरंगणाऱ्या अलिकडच्या कालातील जहाजामागील तत्त्व

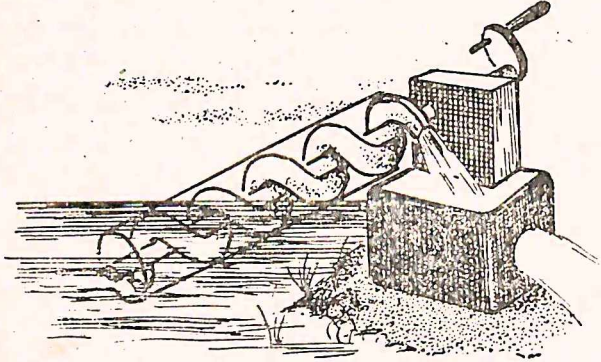


आर्किमिडीज

किंवा हवेत तरंगणाऱ्या फुग्यामागील तत्त्व ही दोन्ही आर्किमिडीजनेच मांडलेल्या सिद्धांताची फळे होत. आर्किमिडीज हा एक अतिशय निष्णात यंत्रज्ञ व तंत्रज्ञही होता. त्याने खूप तऱ्हेची यंत्रे शोधून काढली. मोठमोठ्या अंतर्गोल आरशाचे सहाय्याने शत्रूच्या जहाजावर सूर्याचे किरण प्रथम परावर्तित करून नंतर त्यांना लहान जागी केन्द्रित करून रोमन शत्रूची समुद्रकिनाऱ्यावरील जहाजे आर्किमिडीजने भस्मसात करून टाकली अशी माहिती सापडते. एखाद्या उंच जागी पाणी चढविण्यासाठी आर्किमिडीजचा स्कू या नावाने ओळखले जाणारे साधन अद्यापदेखील वापरतात.” मी म्हणालो.

“ अरेरे, खुद्द वास्तवशास्त्राबद्दल तर माझी स्वतःची अशी ठाम समजूत

होती की, हे शास्त्र निव्वळ तात्त्विक स्वरूपाचे असून त्यामध्ये प्रयोग, पुराव्यांना स्थान नाही व त्याची जरूरीही नाही. उलट जीवशास्त्राच्या अभ्यासासाठी प्रत्यक्ष निरीक्षणाची गरज आहे असे मानून मी कितीतरी गोष्टी संबंधी निरीक्षणे केली. कोंबडीच्या अंड्यातील जीवाची होणारी दैनंदिन वाढ



आर्किमिडीजचा स्क्रू

तसेच गर्भाशयातील जीवाची होणारी वाढ, मानवी शरिरातील हृदय, मेंदू, जठर, मूत्रपिंड यांचे कार्य इत्यादींवरील माझ्या निरीक्षणातून, प्रयोगांतून मी मांडलेल्या सिद्धान्तात किंवा प्रतिपादनात तुम्हाला वास्तवशास्त्रातील माझ्या निष्कर्षासारख्या फार मोठ्या चुका आढळून आल्या नसतील.' अॅरिस्टॉटल मोठ्या खेदाने म्हणाला.

प्रायोगिक विज्ञानाचा जनक—रॉजर बेकन

“ बरोबर आहे तुमचे म्हणणे. ख्रिस्ती सनाच्या जवळ जवळ तेराव्या शतकापर्यंत लोकांना शास्त्रीय संशोधनात प्रायोगिक शाखेला किती महत्त्व असते याची कल्पना नव्हती असेच म्हणावे लागेल. तेराव्या शतकात इंग्लंडमध्ये रॉजर बेकन याने प्रकाश शाखेत व रसायनशास्त्रात प्रयोगपद्धतीचा मोठ्या प्रमाणावर अवलंब करून, तात्त्विक स्वरूपाच्या वैज्ञानिकसंशोधनाला

प्रयोगाची जोड देणे किती आवश्यक आहे हे पटवून दिले. म्हणूनच रॉजर बेकनला प्रायोगिक विज्ञानाचा जनक म्हणून संबोधले जाते. वास्तविक रॉजर बेकनने संन्यासाची दीक्षा घेतली होती. मात्र त्याने लावलेला महत्वाचा शोध कोणता म्हणाल, तर ' तोफेची दारू ' हा होय. त्याने प्रकाशशाखेत



रॉजर बेकन

संशोधन करून फुगीर काचेचे गुणधर्म व उपयोग यांची माहिती करून दिली. परंतु आश्चर्य असे की त्याने मांडलेले काही विज्ञानविषयक विचार तत्कालीन धार्मिक कल्पनांशी मिळते जुळते नसल्यामुळे ख्रिस्ती धर्मगुरूंनी त्याला दहा वर्षेपर्यंत घराबाहेर जाण्याची मना केली. हा बंदिवास त्याच्या आयुष्यात एकदाच आला असे नाही. पुन्हा एकदा त्याला पॅरिस येथे चौदा वर्षे डांबून ठेवले गेले व मृत्यूपूर्वी फक्त दोनच वर्षे त्यातून त्याची सुटका झाली.

बेकनचा मुख्य रोख व हल्ला तात्त्विक स्वरूपाच्या निष्कर्षावर संपूर्ण विश्वास ठेवण्याच्या त्या कालाच्या अनिष्ट प्रवृत्तीवर होता. प्रयोगाचा कस लावून मगच तात्त्विक निष्कर्ष प्रस्थापित करण्यावर त्याचा भर होता. बेकनच्या या मध्ययुगीन कालात लोकांचे सर्व लक्ष फलज्योतिष व परिसाचा शोध या दोन गोष्टींवर केन्द्रित झाले होते. विस्मयकारक वाटणारे आकाश व त्यातील गोल आणि पृथ्वीवरील घटना यांचा संबंध प्रस्थापित करण्याचे प्रयत्न फार पूर्वीपासून म्हणजे प्राचीन ग्रीकांच्या वेळेपासून होत आले आहेत हे तुम्ही

जाणताच. मध्ययुगात देखील सर्व विश्व एकच होय या तत्त्वावर लोकांचा विश्वास होता. यकःश्चित्त मानव व विशाल असे विश्व यामध्ये निश्चित संबंध आहेत. असे त्या कालीहि मानले जाई. तसेच त्या काली असाहि समज होता की, खुद्द माणसातदेखील सर्व विश्वाच्या कृतीचे प्रतिबिंब उमटलेले असते. आकाशातील ग्रहांच्या भ्रमणामुळे ज्याप्रमाणे दिवस, रात्र किंवा उन्हाळा, पावसाळा, हिवाळा हे ऋतू सतत जन्माला येतात, त्याप्रमाणे मानवी जीवनातील विशेष घटनादेखील आकाशातील ग्रहांच्या अनियमितपणे होणाऱ्या हालचालीमुळे घडून येतात अशी लोकांची दृढ समजूत होती व अद्यापदेखील काही अंशी असलेली दिसून येते. ही परिस्थिती न्यूटनने सतराव्या शतकात ग्रहांचे भ्रमण, गतिशास्त्रातील निश्चित नियमानुसार होते असे दाखवीपर्यंत अस्तित्वात होती. याशिवाय हलक्या धातूंचे रूपांतर सोन्यामध्ये करणे हा एक किफायतशीर धंदा असल्यामुळे त्याकडेही त्या कालातील लोकांचे लक्ष केंद्रित झालेले होते व हीन धातूवर सोन्याचा पातळ थर चढवून, तो निखळ सोने म्हणून भासविणे इत्यादी वरेच लबाडीचे प्रकार त्यावेळीस सर्रास होत असत. मध्ययुगात भौतिक शास्त्रांची वाढ होऊ शकली नाही याला दोन कारणे आहेत. एक तर प्रस्थापित धर्मपंथाला मान्य असणाऱ्या कल्पनाच पुढे आणण्यास व त्यांच्याशी मिळत्या जुळत्या अशाच नव्या कल्पनांचा प्रसार करण्यास संशोधकांना मुभा होती व दुसरे म्हणजे त्या काळात अस्तित्वात असणाऱ्या सरंजामशाहीला मारक असणारी तांत्रिक व यांत्रिक प्रगती यावरही पूर्ण निर्बंध घातले जात असत. वंशपरंपरागत चाललेले हस्त-व्यवसाय हेच काय ते त्या काळात लोकांनी करण्यासारखे उद्योगधंदे म्हणून मानले जात.

विज्ञानयुगाचा आरंभ

शास्त्राच्या दृष्टीने अस्तित्वात असलेली वर सांगितलेली निराशाजनक परिस्थिती चवदाव्या व पंधराव्या शतकात हळूहळू बदलू लागली. या काळात ज्ञानाच्या शाखेतच वाढ होऊ लागली असं नसून, नवे नवे देश शोधून काढण्यासाठी पोर्तुगीज व इतर लोक समुद्रसफरी काढू लागले. मुद्रणकलेचा शोध लागल्यामुळे लवकरच नवकल्पना, नवे ज्ञान यांचा सर्वत्र फैलाव होणे

शक्य झाले.

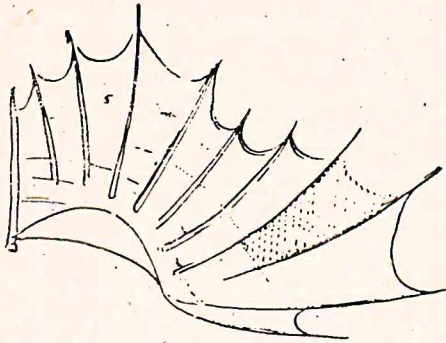
पंधराव्या शतकात लिओनार्दो दा विहन्सी हा खूप विख्यात इटालियन शास्त्रज्ञ कलावंत होऊन गेला त्याच्या जन्मापासून म्हणजे १४५२ पासून आधुनिक विज्ञानाच्या युगाचा प्रारंभ झाला. तो एक असामान्य बुद्धिमत्तेचा



लिओनार्दो दा विहन्सी

लोकोत्तर पुरुष होता. न्यटनने प्रत्यक्षपणे सिद्ध केलेले गतिशास्त्रातील नियम विहन्सीला परिचित होते. तरफ, कप्पी व इतर साधी यंत्रे यातील तत्वांचा त्याने उपयोग केला होता. प्रकाश व ध्वनी यांचा मार्ग सरळ दिशेत असतो असे त्याचे मत होते. चित्रकार या नात्याने त्याने मानवी शरीररचनेचा चांगलाच अभ्यास केला होता. त्याने मानवी शरीरातील स्नायूंची काढलेली चित्रे पाहिल्यावर शरीरविच्छेदनाचे तंत्र त्याला चांगले अवगत असले पाहिजे असे दिसते. विमाने, हवाई छत्र्या, पाणबुड्याचे पोषाख इत्यादींचे आराखडे त्याने तयार केले होते. तो एक उत्तम यंत्रज्ञ, तंत्रज्ञ आणि स्थापत्यविशारदही होता. कालवे, बोगदे यांच्या योजना त्याने तयार केल्या. त्याने पृथ्वीसभोवतालच्या वातावरणाचे सूक्ष्म निरीक्षण केले. हवेतील आर्द्रता मोजण्याचे एक यंत्रही शोधून काढले. वाऱ्याचा जोर मोजण्याचे यंत्र, हवेत उडण्याचे यंत्र इत्यादी त्याने शोधिली. त्याने एक बाणयंत्र शोधले. हे त्याचे यंत्र म्हणजे एक वाफेची

बंदूक होती. त्यात अतिशय तापलेल्या पृष्ठभागावर थोडे थोडे पाणी जाऊन त्याचे रूपांतर वाफेत होई व ज्याप्रमाणे स्फोटामुळे प्रतिसारक प्रेरणा उत्पन्न होते तसा वाफेच्या प्रसरणाचा परिणाम होई. विज्ञानाच्या अभ्यासात शास्त्रीय तत्त्वे व प्रयोग यांची सांगड घातलीच पाहिजे असे विहन्सीचे मत होते. ' तत्त्वे



असे पंख बनवून हवेत उडता येईल असे विहन्सीला वाटे.

माहीत नसता फक्त प्रयोग करणे म्हणजे होकायंत्राशिवाय जहाज समुद्रात ढकलणे होय ' असे तो म्हणे. ' परंतु त्याच्या अंगच्या या सर्व कलांचे कौतुक करणे व निरनिराळ्या शाखातील त्याच्या नवकल्पना पंचविणे, समजून घेणे यासाठी लागणारी बौद्धिक कुवत किवा दर्जा त्या कालातील लोकांत नव्हता. साहजिक बौद्धिकदृष्ट्या पाहिल्यास, विहन्सी हा त्याच्या पुढच्या म्हणजे अठराव्या शतकातील शास्त्रज्ञांच्या मालेत बसणारा होता असेच कोणीहि म्हणेल.

जवळ जवळ सतराव्या शतकाच्या कालापर्यंत काही काही शास्त्रज्ञांना, विचारवंतांना स्वतंत्रपणे प्रचलित धार्मिक कल्पनांशी न जुळणारे विचार उघडपणे मांडल्याबद्दल राजसंस्थेकडून किवा धर्मसंस्थेकडून तुरुंगवास, देहदंड अशा तऱ्हेच्या शिक्षा दिल्या गेल्या हे विज्ञानाच्या इतिहासाकडे दृष्टि टाकल्यास लक्षात येईल. सत्यशोधनाचे कार्य करणाऱ्या वैज्ञानिकांना खऱ्या ज्ञानाची वाढ होण्यासाठी हवे असलेले आचार व विचारस्वातंत्र्य देणे जरूर आहे. ही कल्पना तुमच्या कालात तर अस्तित्वात नव्हतीच नव्हती. परंतु

ख्रिस्तीसनाच्या १७ व्या शतकापर्यंतदेखील ती कोणाला पटत नव्हती. तुमच्या पूर्वी होऊन गेलेल्या अनॅक्सगॉरस् या खगोल संशोधकाला त्याने मांडलेल्या विश्वरचनेसंबंधीच्या क्रांतिकारक कल्पनांवद्दल तुरुंगवास पत्करावा लागला व अखेर आपल्या मायभूमीचा देखील त्याग करावा लागला ही गोष्ट महशूर आहे. ख्रिस्तीसनाच्या पाचव्या शतकात म्हणजे ज्या वेळेस अलेक्झांड्रिया येथील रोमन राज्यकर्त्यांनी, ख्रिस्ती धर्माची दीक्षा घेऊन ख्रिस्तीधर्माला राजकीयदृष्ट्या श्रेष्ठ स्थान मिळवून दिले, त्या वेळेस सेंट सिरिल येथील धर्मगुरूंनी, हिपेटिया या स्त्री-संशोधक लेखिकेचा, तिने मांडलेल्या धर्मबाह्य शास्त्रीय कल्पनांचे प्रायश्चित्त म्हणून जीव घेतला. ख्रिस्तीसनाच्या दुसऱ्या शतकातील विख्यात खगोलशास्त्रज्ञ क्लॅडिअस् टॉलेमी याचा तरी त्या कालातील लोकांनी इतका उदोउदो का केला बरे ? अर्थात् आपली पृथ्वी ही या विश्वाचा मध्य असून तिच्याभोवती वर्तुळाकार कक्षात सूर्य, तारे व इतर



कोपरनिकस

ग्रह फिरतात या तुम्ही मांडलेल्या कल्पनेला तो चिकटून राहिला, तिचा सतत पाठपुरावा केला म्हणूनच नाही का ? उलट सोळाव्या शतकात कोपरनिकसने वरील कल्पना झुगारून देऊन विश्वात सूर्याला मध्यवर्ती स्थान दिले व पृथ्वीला सूर्याभोवती फिरणाऱ्या इतर ग्रहांच्या मालिकेत आणून बसविल्याचे दिसताच तत्कालीन ख्रिस्ती धर्मपंथात खळबळ उडून गेली व कोपर-

निकस्चा चोहोंकडून धक्कार केला गेला. त्याचा शिष्य संन्याशी गिऑर्डनो ब्रूनो याला तर १६०० साली जिवंत जाळण्यात आले. सतराव्या शतकात गॅलिलिओ या जगद्विख्यात संशोधकालाहि धर्मपंथाशी केवढा मोठा सामना देणे भाग पडले बरे ! गॅलिलिओने दुर्बिन तयार करून सूर्यबिंबावर काही वेळा डाग येत असल्याचा शोध लावला. शिवाय कोपरनिकस्ने ग्रहमालेसंबंधी मांडलेल्या मताशी आपण सहमत असल्याचे त्याने जाहीर केले. तसेच उंचावरून खाली पडणाऱ्या जड हलक्या सर्व वस्तू, एकाच वेळी जमिनीवर येऊन ठेपतात हेहि त्याने पीसाच्या झुकत्या मनोऱ्यावरून निरनिराळ्या जड, हलक्या वस्तू टाकून सिद्ध केले. या सर्वांचा परिणाम म्हणजे गॅलिलिओला भोगावा लागलेला तुंगवास !”

“अहो, विश्वातील प्रत्येक वस्तूला एक नैसर्गिक स्थान असते, हलक्या वस्तू वरवर राहतात व जड वस्तू खाली उतरतात अशीच निसर्गव्यवस्था असते, हे तर मीच प्रतिपादन केले होते. तसेच निसर्गात पोकळी असणे शक्य नाही याचाच अर्थ, कोणत्याही कृत्रिम उपायांनी एखादी जागा पोकळ किंवा हवारहित ठेवणे शक्य होणार नाही, असाहि सिद्धान्त मीच मांडलेला होता. मात्र हे सिद्धान्त आधुनिक वैज्ञानिकांनी खोटे ठरविले तर ?” म्हातारा अॅरिस्टॉटल निराशायुक्त स्वरात म्हणाला.

“कसे अगदी बरोबर बोललांत बरे ! याला कारण अर्थातच आधुनिक शास्त्रज्ञांमधील, कोणतीहि गोष्ट प्रयोगाच्या भट्टीतून तावून सुलाखून काढण्याची प्रवृत्ती होय. तसेच त्यांना लाभलेले आचार विचार यांचे संपूर्ण स्वातंत्र्य होय. गेल्या शेंपन्नास वर्षात शास्त्रज्ञांनी जन्माला घातलेली एक एक अजब पण गुंतागुंतीची प्रायोगिक उपकरणे, साधने तुम्ही पाहिली तर तुमची बालंबाल खात्री पटेल की, अशा साधनांचे अभावी निसर्गज्ञानाचे हल्ले खुले झालेले भांडार तसेच अंधारात दडून राहिले असते.

पदार्थातील अणूसारख्या सूक्ष्मतम घटकातील इलेक्ट्रॉन चित्रित करणारा इलेक्ट्रॉन-मायक्रॉस्कोप हे एक टोक तर अमेरिकेतील माऊंट पॅलोमरवरील डोळे विस्कारून विश्वाच्या कानाकोपऱ्यातील तारकांना टिपणारी २०० इंच व्यासाची दुर्बिन हे दुसरे टोक. सूक्ष्माकडून अनंताप्रत नेऊन पोहोचवणारी ही व अशाचसारखी अनेक प्रभावी प्रयोगसाधने मनुष्याने आधुनिक कालात

निर्माण केल्यामुळे निसर्गातील गूढ उकलण्यास त्यांची फार मोठी मदत झाली आहे. फार कशाला ? खुद्द तुम्हीच तुमच्या काली विश्वाच्या रचनेबद्दल ज्या जुजबी व चुकीच्या कल्पना मांडल्या होत्या त्यांचीच गोष्ट घ्याना !”

“ अहो आमच्या काली आम्ही असे समजत होतो की, हे विश्व म्हणजे आपली पृथ्वी व काही ग्रह आणि सूर्य होय. पृथ्वी हा विश्वाचा मध्य असून ती स्थिर आहे, व सूर्यासह आकाशातील निरनिराळे गोल पृथ्वीभोवती वर्तुळाकार फिरत असतात. विश्व म्हणजे एक केंद्र असणारे अनेक गोल असून, मध्यवर्ती केंद्रावर पृथ्वी आहे. पृथ्वीगोलाबाहेर महासागराचा गोल, त्यापलीकडे वातावरणाचा गोल, त्यापलीकडील इतर गोलांत चंद्र, सूर्य व पाच ग्रह असून त्यापलीकडे तारे असणारा गोल आहे. या सर्व गोलांना भ्रमण करीत ठेवण्यासाठी जरूर असणारी शक्ती निर्माण करणारा कोणीतरी शक्तिमान परमेश्वर असला पाहिजे व तो सर्व गोलांबाहेरील एका गोलावर असला पाहिजे अशी माझी ठाम कल्पना होती.”

“ पहा बरे, तुमचा हा समज किती चुकीचा होता तो ! या अवाढव्य विश्वाचे मानाने पाहता आपली पृथ्वी म्हणजे कोण्या झाडाचा पाला ! जणू महासागरात पाण्याचा एक थेंब ! ती इतर आठ ग्रहांप्रमाणे सूर्याभोवती फिरते. त्यांचे भ्रमणमार्ग दीर्घवर्तुळाकार असून त्यासंबंधीचे नियम केप्लर या शास्त्रज्ञाने १७ व्या शतकात मांडले.

भारतीय ज्योतिःशास्त्रज्ञांची कामगिरी

ज्योतिःशास्त्रात आमच्या भारताने सोळाव्या ते सतराव्या शतकाच्या अगोदरचे कालात खूपच प्रगती केली होती. ज्योतिःशास्त्राचा पाया गणित. तेव्हा ज्योतिःशास्त्राच्या प्रगतीसाठी लागणारे गणित भारतीयांनी अभ्यासिले होतेच. ख्रिस्ती सनाच्या बाराव्या शतकात होऊन गेलेला नामांकित भारतीय गणितज्ञ ज्योतिषी म्हणजे भास्कराचार्य त्याने लिहिलेल्या ‘बीजगणित’ व ‘लीलावती’ या दोन ग्रंथांची भाषांतरे पाश्चात्यांनी केली. त्याचा मुख्य गणितविषयक ग्रंथ म्हणजे ‘सिद्धान्तशिरोमणी.’ त्यातील पहिले दोन भाग म्हणजेच आता उल्लेखिलेले. बीजगणित व लीलावती हे होत. तिसरा व चौथा भाग म्हणजे ‘गणिताध्याय’ व गोलाध्याय’. यातील विषय म्हणजे

त्रिकोणमिती व तिच्चा ज्योतिःशास्त्रात केला जाणारा उपयोग होय. सूर्यचंद्रा-वरून पंचांग कसे मांडावे हे त्यात सांगितले आहे. तसे ग्रहांचे वेध घेण्याची अक्षांश, रेखांश, क्रांति इत्यादी साधने त्यात वर्णिली आहेत. वेधाकरता कोणकोपती यंत्रे उपयोगात आणावीत व त्यांचा उपयोग कसा करावा याचे विवेचन त्यामधील एका स्वतंत्र प्रकरणात केलेले सापडते.

पंधराव्या शतकानंतर जरी भास्कराचार्यांच्या तोडीचा ज्योतिषी आमच्या-कडे झाला नाही तरी त्यांच्या ज्योतिःविषयक ग्रंथावर टीका लिहून तो समज-ण्यास सोपे करण्याचे काम गणेश दैवज्ञ, सूर्यसूरी किंवा सूर्यदास व चिंतामणी या ज्योतिषांनी केले. भारतातील जयपूर, दिल्ली येथील जुन्या वेधशाळांत पृथ्वी-वरील कोणत्याही पदार्थाचे ध्रुवांतर व कालांश काढण्यासाठी समराठ म्हणून जे यंत्र वापरीत असत ते अद्याप तेथे असून ते यंत्र जगन्नाथ समराठ या ज्योतिषाने सतराव्या शतकात तयार केले व जयपूरची जुनी वेधशाळा उभारण्यास मदत केली. तेव्हा ज्योतिःशास्त्रात सोळाव्या शतकापर्यंत जगातील कोणत्याही देशापेक्षा भारताने जास्त प्रगती केली होती हे निःसंशय आहे.

विश्वरचनाविषयक आधुनिक कल्पना

आता तर निरनिराळ्या ग्रहांची एकमेकापासूनची अंतरे ठरविली गेली आहेत. या विश्वात आपल्या सूर्यमालेसारख्या कितीतरी ग्रहमाला आहेत. आपल्या सूर्यमालेपेक्षा कितीतरी पटीने मोठे असणारे तारे या विश्वात आहेत. त्यांची एकमेकापासूनची अंतरे लाखो प्रकाशवर्षे आहेत ते व त्यांच्या ग्रहमाला एकमेकांपासून प्रचंड वेगाने दूर दूर जात आहेत. या विश्वात अनेक तेजोमेघ (नेब्यूला) असून ते आपल्यापासून इतके दूर आहेत की, अशांपैकी काही तेजोमेघांपासून निघणारा प्रकाश आपल्यापर्यंत येऊन पोहोचाल्या काही कोटी प्रकाशवर्षे लागतात. प्रकाशवर्ष याचा अर्थ प्रकाशाच्या वेगाने धावल्यास एका वर्षात तोडलेले अंतर. प्रकाशाचा वेग दर सेकंदाला १,८६,००० मैल इतका आहे. एक प्रकाशवर्ष म्हणजे सुमारे सहा लक्ष कोटी मैल.

या माहितीच्या जोरावर विश्वरचनेबद्दल आधुनिक शास्त्रज्ञांनी काही निश्चित स्वरूपाच्या कल्पना मांडलेल्या आहेत. काहींचे म्हणणे असे की या विश्वातील एकूण वस्तूंचे प्रमाण कायम रहात असते. म्हणजे विश्वात एकी-

कडे वस्तू लयाला गेली तरी तितकीच नवी वस्तू निर्माण होऊन विश्वातील एकंदर वस्तूचे प्रमाण नेहमी कायम रहाते. म्हणजे विश्व सुरुवातीला जसे होते तसेच आता आहे व यापुढे तसेच राहणार. याचे उलट काही शास्त्रज्ञांचा वाद असा की, या विश्वाची सुरुवात एका प्रचंड अशा आदि अणूच्या स्फोटापासून झाली. या आदि अणूचे जे तुकडे उडाले त्यांनी सर्व अवकाश व्यापून टाकले. तुकडे होण्याची ही क्रिया अगदी सूक्ष्म कण होईपर्यंत चालू राहिली. त्यानंतर ती बंद पडली. यानंतर ती सूक्ष्म वस्तू हळूहळू एकत्र येऊ लागली व त्यापासून वायुरूप ढग बनू लागले. या क्रियेत त्या वस्तूच्या ढगांना किंवा गट्ट्यांना वेग प्राप्त झाला. हे गट्टे म्हणजे तेजोमेघ. त्यानंतर पुन्हा प्रसरणक्रियेला सुरुवात झाली. अशी आहे विश्वरचनेसंबंधीची दुसरी उपपत्ति किंवा कल्पना. मात्र या दुसऱ्या उपपत्तीमध्ये विश्वात नववस्तूची निर्मिती होते या कल्पनेला स्थान नाही. उलट प्रसरणक्रियेमुळे विश्वातील वस्तू विरळ होते असाच अर्थ तिच्यात अभिप्रेत आहे. विश्वावद्दल मिळालेल्या या व अशाच साख्या इतर ज्ञानाच्या जोरावर आता आमचे शास्त्रज्ञ पृथ्वी सोडून सूर्यमालेतील इतर ग्रहगोलावर पाय ठेवण्याच्या प्रयत्नात आहेत हे माहिती आहे का तुम्हाला ?”

ॲरिस्टॉटल चकित होऊन म्हणाला, “ म्हणजे चंद्र मंगळ, शुक्र यावर जाऊन का तुमचे शास्त्रज्ञ मुक्काम करणार आहेत ? अजब गोष्ट आहे बुवा ही ! आमच्या काली अशा तऱ्हेची परग्रहप्रवासाची नुसती कल्पना जरी कोणी मांडली असती तरी त्या मनुष्याला देहांत प्रायश्चित मिळाले असते. आमच्या पूर्वीच्या कालातील ग्रीकांनी सर्व विश्व संपूर्णपणे एकच होय, पृथ्वी व आकाशातील गोल एकाच वस्तूपासून बनलेले आहेत, त्यात भेद करता येणार नाही, अशा तऱ्हेच्या कल्पना मांडल्या होत्या, त्या देखील मला मुळीच मान्य नव्हत्या. आकाशातील ग्रह तारे वगैरे गोल एक खास गुणधर्म असलेल्या निराळ्याच द्रव्यापासून बनले आहेत. त्यामुळे त्यांच्यामध्ये पृथ्वीवरील वस्तूपेक्षा पूर्णत्व व श्रेष्ठत्व आले आहे असे मीच प्रतिपादिले होते. आकाशातील गोलासाठी मी एक पाचवे मूलतत्त्वदेखील मुद्दाम सुचविले. पृथ्वीवरील चार मूलतत्त्वांहून हे पाचवे मूलतत्त्व भिन्न व श्रेष्ठ मानले होते. पण का हो, मी मांडलेल्या कल्पनेप्रमाणे आकाशात जाणारी वस्तू अतिशय हलकी असली

पाहिजे; हलकी वस्तू वरः राहिल व जड वस्तू खाली येईल अशी तर निसर्गातील व्यवस्था असते असे माझे ठाम मत होते, त्याचे काय झाले ? मग वजनाने जड असणारा मनुष्य आकाशात कसा उड्डाण करू शकेल ?” ॲरिस्टॉटलने शंका व्यक्त केली.

अंतरीक्षप्रवासाची कल्पना सत्यसृष्टीत उतरणार !

“ प्रत्येक वस्तूला उपजतच एक नैसर्गिक स्थान प्राप्त झालेले असते हे तुमचे म्हणजे सतराव्या शतकात गॅलिलिओने पीसाच्या मनोऱ्यावरून हलक्या जड, अशा विविध वस्तू पृथ्वीच्या पृष्ठभागाकडे टाकून खोडून काढले हे मी तुम्हाला मगाशी सांगितले. याच सतराव्या शतकात जन्मलेल्या आयझॅक न्यूटन, या इंग्लिश शास्त्रज्ञाने गुरुत्वाकर्षणाची कल्पना व सिद्धांत जगापुढे मांडून सूर्याभोवती होणारे ग्रहांचे भ्रमण व त्यांच्या दीर्घवर्तुळाकार भ्रमणकक्षा, चंद्राचे पृथ्वीभोवती होणारे भ्रमण इत्यादि सर्वांची योग्य सांगड घातली.

या विश्वातील कोणत्याहि दोन वस्तूंमध्ये अदृश्य आकर्षण आपला प्रभाव ताबडतोब पाडते व आकर्षण वस्तूंच्या वस्तुमानाप्रमाणे वाढते आणि वस्तूंमधील अंतराच्या वर्गाप्रमाणे घटते असे न्यूटनने दाखवून दिले. पृथ्वीवरील महासागरात येणारी भरती-ओहोटी, सूर्य-चंद्राच्या गुरुत्वाकर्षणामुळेच शक्य होते. १८४६ मध्ये न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षण सिद्धांताची प्रचीति पटण्याचा योग जुळून आला. युरेनस या ग्रहाच्या गतीमध्ये जो अनियमितपणा आढळून येत होता, त्याचा योग्य खुलासा न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षण सिद्धांताचे आधारे करता येऊ शकला; हा अनियमितपणा ज्या एका नव्या ग्रहाच्या अस्तित्वामुळे येत असे त्या नेपच्यून या, त्या वेळेपर्यंत माहिती नसलेल्या ग्रहाचा प्रथम शोध लागू शकला. आता तुमच्या शंकेकडे वळू या एखाद्या वस्तूला पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाचे कचाट्यातून सुटावयाचे असेल तर तिला तिला प्रचंड वेग दिला म्हणजे झाले. उदाहरणार्थ, एखादी वस्तू जर सेकंदाला सात मैल इतक्या वेगाने पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून आकाशात फेकली गेली तर ती पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाला न जुमानता तिच्या कचाट्यातून निसटू शकेल. या तत्त्वाचा आधार घेऊन १९५७ पासून आधुनिक शास्त्रज्ञांनी अग्निबाण नावाच्या वाहनाच्या मदतीने, आकाशात कृत्रिम उपग्रह

फिरत ठेवले आहेत. तसेच चंद्रावर उपग्रह सोडले आहेत व काही शुक्राच्या व ग्रहमालेतील अन्य ग्रहांच्या दिशेने मार्गस्थ केले आहेत. आपल्या प्रयोगशाळेत वसून नुसता खटका ओढताच, आकाशातून काही हजार मैलांज्जे अंतर काही क्षणात तोडून इच्छित स्थळी येऊन उतरणारे आंतरखंडीय अग्निवाण आता शास्त्रज्ञांनी शोधून काढले आहेत. अशा या अग्निवाणांचा उपयोग, युद्धात शत्रुपक्षावर बांबची आग पाखडण्यासाठी करता येणे शक्य असल्यामुळे भावी युद्धे प्रयोगशाळेत वसल्यावसल्या आमचे शास्त्रज्ञ लढवतील असे दिसते.

जिथंत माणसाला एका बंद घरट्यात वसवून ते घरटे अग्निवाणाच्या नाकात ठेवून, पृथ्वीभोवती घिरट्या मारून परत तिच्यावर सुखरूप आणण्यात आमच्या शास्त्रज्ञांनी १९५७-५८ सालात यश मिळविले. दुसऱ्या एका माणसाला २४ तासापर्यंत बंद घरट्यातून पृथ्वीभोवती खूप वेळा फिरवून शास्त्रज्ञांनी पुन्हा सुखरूप तिच्यावर उतरवले आहे. यांच्या पुढची पायरी म्हणजे माणसाची खुद्द चंद्र-मंगळावरची सफर. जुलै १९६९ मध्ये आमच्या शास्त्रज्ञांनी मनुष्याला चंद्रावर नेऊन सोडले. आमचे आधुनिक शास्त्रज्ञ आता अंतरिक्षात फिरती स्थानके उभारणार आहेत. ही स्थानके चंद्र मंगळ प्रवासावर निघालेल्या प्रवाशांची विश्रांतीस्थाने तर ठरतीलच पण त्याशिवाय पुढील प्रवासासाठी जरूर असणारी साधन सामग्री, इंधन इत्यादींचा पुरवठा करणारी अवकाश पुनः प्रवासी केंद्रे म्हणून उपयोगी पडतील तसेच आकाशातील या फिरत्या स्थानकांचा उपयोग दूरदर्शन क्षेपण केंद्रे, रेडिओ प्रक्षेपण केंद्रे म्हणूनही होऊ शकेल. फिरत्या कृत्रिम उपग्रहांच्या सहाय्याने अवकाश संशोधन व संचार हे कार्यक्रम १९५७ पासूनच्या काळात हाती घेतल्यामुळे फिरत्या उपग्रहाकडून पृथ्वीपृष्ठाची तपासणी करणे, नवे मिश्र धातू बनविणे व नाना औषधे अगदी शुद्ध स्वरूपात तयार करणे, दूरदर्शनच्या सहाय्याने दूरदूरच्या देशांशी दळणवळण करणे, हवामानाची आगाऊ माहिती मिळविणे ही कामे आता सोपी होत आहेत.

“ रेडिओप्रक्षेपण, दूरदर्शन या काय भानगडी आहेत बुवा ? आमच्या वेळी असला प्रकार ऐकितोच येत नसे.” गोंधळून गेलेल्या माणसाप्रमाणे अॅरिस्टॉटल विचारू लागला.

विद्युत्शक्तीचा शोध व संदेशवहनातील प्रगती

“तुमच्यावेळी या गोष्टी कशा असणार बरे? अहो, तुमच्या काली निरोपाची ने आण करण्यासाठी फार तर एकादा बोलका ढलपा निरोप्या

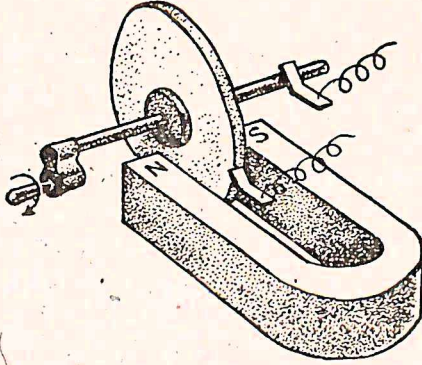


मायकेल फॅरेडे

असायचा, नाहीतर कवुतरासारख्या पक्ष्याचा उपयोग संदेश वाहून नेण्यासाठी होत असायचा. परंतु अठराव्या शतकात विद्युत्शक्तीसंबंधी प्रयोग व संशोधन झाले आणि या विद्युत्शक्तीला संदेशवहनाचे कामासाठी राबविण्याची कल्पना शास्त्रज्ञांना ताबडतोब सुचली. १८०० साली इटलीतील व्होल्टा नावाच्या एका संशोधकाने प्रवाही विद्युत निर्माण करण्याचे साधन जे विद्युत्घट (सेल) ते तयार केले. त्यानंतर म्हणजे १८३१ मध्ये इंग्लिश संशोधक मायकेल् फॅरेडे यांनी लोहचुंबकीय शक्ति व विद्युत्शक्ति यामधील संबंधावर आधारित असे प्रयोग करून विद्युत्शक्ति निर्माण करणारे यंत्र जे ‘डायनेमो’ त्याचा शोध लावला.

विद्युत्शक्ति म्हणजे हरघडोच उपयोगासाठी जणू यक्षिणीची कांडी! मनुष्याची हजारो तऱ्हेची कामे करणारा जणु एक आज्ञाधारक व विश्वासू सेवकच! याच विद्युत्शक्तीच्या मदतीने एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी तारेवर संकेतरूपाने संदेश घाडण्याचे काम मॉर्स या अमेरिकन शास्त्रज्ञाने केले. अशा तऱ्हेच्या संदेशवाहू तारा समुद्राचे पोटात पसरून देशादेशांतील

संदेशवहनाचे काम त्यानंतर लवकरच सुरू झाले. परंतु सांकेतिक खुणांचे स्वरूपात संदेश घाडण्याऐवजी बोलणाराचा प्रत्यक्ष ध्वनीच विजेत रूपांतर



फॅरेडेचा
डायनेमो

करण, तारेच्या मदतीने एकीकडून दुसरीकडे नेता आला तर बरे अशी कल्पना मनात धरून १८७६ मध्ये अलेक्झांडर ग्रॅहॅम बेल नावाच्या संशोधकाने दूरध्वनी शोधून काढला. परंतु दूरध्वनी काय किंवा तारायंत्र काय, दोहोंसाठी एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणापर्यंत, प्रत्यक्ष तारा टाकणे जरूर असते. एका दृष्टीने ही गोष्ट दगदगीची व खर्चाचीच होऊन बसते. तेव्हा आमचे शास्त्रज्ञ बिनतारी संदेश वाहतुक कशी करता येईल या प्रश्नाकडे लक्ष देऊ लागले.

त्याबरोबर एक मूलभूत व महत्त्वाचा प्रश्न पण त्यांच्यासमोर निर्माण झाला. तो म्हणजे विद्युत् किंवा चुंबकीय शक्ति ही एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी किंवा एका पदार्थापासून दुसऱ्या पदार्थाकडे कशा पद्धतीने पोहोचत असेल बरे? या प्रश्नाचे उत्तर १८६४ मध्ये जेम्स क्लार्क मॅक्सवेल या स्कॉटिश संशोधकाने गणिताचे जोरावर दिले. कोणत्याही ठिकाणी विद्युत्पात झाला की, त्या ठिकाणच्या आसपास जे माध्यम असते त्या माध्यमात तरंग निर्माण होतात व या तरंगामुळे विद्युत् व चुंबक शक्ती एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी पोहोचती केली जाते असे त्याने सिद्ध केले. या तरंगाची

वाहतुक 'ईथर' नावाच्या सर्वव्यापी माध्यमाकडून होते व त्याचा वेग प्रकाशाच्या वेगाएवढा असतो असेहि मॅक्सवेलने गणिताने सिद्ध केले. इतकेच नव्हे तर प्रकाशतरंग हे देखील विशिष्ट लांबीचे विद्युत्चुंबकीय तरंगच होत असा त्याने तर्क केला. अर्थात असे तरंग प्रत्यक्षपणे निर्माण करणे मॅक्सवेलला शक्य झाले नाही. हे काम १८८८ मध्ये जर्मन शास्त्रज्ञ हेर्ट्झ याने करून दाखविले. हे तरंग म्हणजेच मानवाने जन्माला घातलेले विनतारी किंवा रेडिओ तरंग होत.

अशा तरंगांच्या सहाय्याने दूरवरच्या एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी संदेश घाडण्याचे काम गुलिमो मार्कोनी या इटालियन शास्त्रज्ञाने १८९७ चे



गुलिमो
मार्कोनी

सुमारास केले. आता तर काय, जगाच्या कानाकोपऱ्यात सुरू असणाऱ्या घडामोडींची माहिती विनतारी संदेशयंत्राच्या म्हणजे रेडिओच्या साहाय्याने घर-बसल्या क्षणाचाही विलंब न लागता मिळू शकते; इतकी या शास्त्रात प्रगती झाली आहे.

परंतु आधुनिक मानव अतिशय असंतुष्ट आहे असं म्हणावं लागेल. कारण रेडिओच्या शोधाने मनुष्याच्या फक्त कानांचीच तृप्ती होऊ शकली. त्याबरोबर साहजिकच त्याचे डोळे कुरकुरू लागले. दूरदर्शनाचा (टेलिव्हिजन) शोध म्हणजे माणसाचे कान व डोळे या दोहोंना एकाच वेळी संतोष देणारे प्रभावी साधन

होय. या साधनामुळे अगदी घरबसल्या रेडिओवाटे कानावर येऊन पडणाऱ्या ध्वनितरंगावरोवरच संबंधित व्यक्तीचे अगर प्रसंगाचे हालते चालते चित्रही श्रोत्यांच्या समोर पडद्यावर उभे करता येते. दूरदर्शनसाठी ५-६ मीटर लांबीच्या लघुतरंगांचा उपयोग केला जातो. परंतु हे तरंग पृथ्वीच्या वक्र-पृष्ठानुसार आपला मार्ग वळवू शकत नाहीत. दृश्य प्रकाशाप्रमाणे त्यांचा मार्ग सरळ दिशेत असतो. याचा परिणाम म्हणजे दूरदर्शनचे कार्यक्रम, क्षेपण-केंद्रापासून ३०-४० मैल अंतरापलीकडे ग्रहण करणे शक्य होत नाही. मग या अडचणीवर उपाय कोणता ? अर्थात अंतराळ स्थानकांचा एखाद्या परावर्तका-प्रमाणे या कामासाठी उपयोग करणे हा होय. अंतराळात फिरत ठेवलेल्या स्थानकाकडे दूरदर्शनतरंग पृथ्वीवरून क्षेपित केले की प्रथम त्यांचे वर्धन होऊन मग ते पृथ्वीकडे वाटेल त्या स्थळी पुन्हा क्षेपित करता येतील असे आमच्या आधुनिक शास्त्रज्ञांनी दाखवून दिले." मी म्हणालो.

वर्णपटाच्या अभ्यासावरून ताऱ्यांविषयी माहिती

“ आकाशातील तारे आपल्या पृथ्वीपासून लक्षावधी मैल दूर असून देखील त्यांची घटना, गती, त्यामध्ये चालू असणाऱ्या घडामोडी इत्यादींची माहिती तुमच्या शास्त्रज्ञांना कशी काय मिळविता आली बुवा ?” अँटिस्टॉटलने विचारले.

“ अगदी अलीकडे म्हणजे एकोणिसाव्या शतकापर्यंत काही तत्त्वज्ञांनी असे प्रतिपादन केले होते की, निरनिराळे तारे कशापासून बनले आहेत याची माहिती आपल्याला पृथ्वीवर राहून मिळवणे शक्य होणार नाही. परंतु सूर्यासारख्या ताऱ्यामधून येणाऱ्या प्रकाशाचे पृथःकरण केले असता त्याच्या वर्णपटात जागोजाग काळ्या रेषा दिसत असल्याचे फाऊन होफर या शास्त्रज्ञाला १७८७ मध्ये दिसून आले आणि त्याबरोबर ताऱ्यांच्या घटनेचा खुलासा मिळविण्याची एक उपयुक्त पद्धत शास्त्रज्ञांचे हातात येणार असे वाटू लागले

एकाद्या ज्योतीत जर आपण निरनिराळे क्षार टाकले तर त्या ज्योतीमधून निरनिराळ्या रंगांचे प्रकाशकिरण दिसू लागतात. असे प्रकाशकिरण एकाद्या काचेच्या लोलकामधून जाऊ दिले की पलीकडच्या भागात उभ्या किलेल्या पडद्यावर नेहमी दिसणाऱ्या सप्तरंगी पट्ट्याऐवजी चकचकीत व अलग अलग

अशा रेषा दिसतात. जर्मनीतील हायडेलबर्ग विद्यापीठातील संशोधक बुनसेन् व कीरशॉफ यांनी असे दाखवून दिले की, प्रत्येक मूलद्रव्याचे वैशिष्ट्य दर्शविणारी चकचकीत रेषा असणारा वर्णपट, ते मूलद्रव्य कितीही अल्प प्रमाणात ज्योतीत टाकून जाळले तरीदेखील मिळविता येतो. म्हणजे अतिशय अल्प प्रमाणात उपलब्ध असणाऱ्या मूलद्रव्यांचे अस्तित्व नेहमीच्या रासायनिक विश्लेषणपद्धतीचा अवलंब करून ओळखून काढणे एरव्ही जे कठीण होऊन बसले असते ते आता सांगितलेल्या प्रकाशपृथःकरणपद्धतीचा अवलंब करताच सहज शक्य होते. ही वर्णपट विश्लेषणपद्धति म्हणजे रसायनशास्त्रज्ञांचे हाता-तील एखाद्या मूलद्रव्याचे अस्तित्व ओळखून काढण्याचे एक प्रभावी अस्त्रच होय. काही जातींच्या खनिज पाण्याची तपासणी करण्यासाठी वरील साधनाचा उपयोग बुनसेन व कीरशॉफ यांनी केला व त्यामधून सीशियम आणि रुबिडियम या दोन नव्या घातूंचा शोध लागू शकला.

“सूर्यप्रकाशाच्या वर्णपटावर दिसणाऱ्या काळ्या रेषांच्या अभ्यासावरून सूर्यामध्ये जी द्रव्ये अस्तित्वात आहेत त्यांची माहिती मिळू शकली. सूर्यातील ही मूलद्रव्ये आपल्या पृथ्वीवर तर आहेतच पण त्याशिवाय १८९५ सालापर्यंत पृथ्वीवर न सापडलेले मूलद्रव्य जे हेलियम तेदेखील सूर्यात असल्याचे वर्णपटचिकित्सापद्धतीमुळे सिद्ध होऊ शकले. सूर्यासारख्या ताऱ्यातील लोहचुंबक क्षेत्रांची माहिती सूर्यप्रकाशाच्या वर्णपटाच्या अभ्यासामुळेच मिळू शकली. वर्णपटातील रेषांच्या जांभळ्या किंवा तांबड्या भागाकडे होणाऱ्या हालचालींच्या अभ्यासातून ताऱ्यांच्या गतीची माहिती शास्त्रज्ञांना मिळविता आली. एवढे कशाला ? सूर्य हादेखील स्थिर नसून स्वतःचे आसाभोवती फिरत असतो हे आता सांगितलेल्या पद्धतीनेच शास्त्रज्ञांनी सिद्ध केले.”

“काय म्हणता काय ? आपल्या ग्रहमालेचा नियंत्रक सूर्य, हा स्थिर नाही ?” अॅरिस्टॉटलने आश्चर्यचकित होऊन विचारले.

“नाही, तो मुळीच स्थिर नाही. सरासरी २७ दिवसांत तो, स्वतःभोवती एक भ्रमण पूर्ण करतो. तसेच विश्वातील निरनिराळे तेजोमेघ, प्रचंड वेगाने आपल्या आकाशगंगेपासून दूर दूर पळून जात आहेत-ही गोष्ट सिद्ध झाल्या-मुळेच प्रसरणशील विश्वाची कल्पना पुढे येऊ शकली. हे तेजोमेघ म्हणजे आपल्या आकाशगंगेसारखे लाखो तारकांचे पुंजच होत. फक्त त्यांचे आपल्या

पासूनचे अंतर इतके अवाढव्य आहे की, फोटोच्या काचेवर ते अगदी अंधुक व पुसट असे तारकापुंज भासतात. ” मी म्हणालो.

“ वा: ! मग छायाचित्रणकलेचा शोध लागल्यामुळे विज्ञानातील किती-तरी कूट प्रश्न उलगडणे सोपे झाले असेल नाही का ? ” अँरिस्टॉटल् म्हणाला.

“ हो तर ! तसे पाहिल्यास १८२२ मध्येच जोसेफ नीपसे या शास्त्रज्ञाने छायाचित्रणशाखेत पहिले महत्त्वाचे पाऊल टाकले. एकाद्या पदार्थाची प्रतिमा घातूच्या चौकटीवर उमटविण्यास नीपसे याने त्या वेळेपासून सुरुवात केली. हल्लीच्या छायाचित्रणपद्धतीची सुरुवात फॉक्स टॅलबट या इंग्लिश संशोधकाने केली. कागदावर चांदीच्या क्षाराचा मुलामा चढवून त्यावर उमटलेली प्रतिमा स्पष्ट दिसावी म्हणून त्याने गॅलिक् अँसिडचा उपयोग केला, तसेच ही प्रतिमा कागदावर कायम ठसून राहावी म्हणून त्याने हाय्पो या रसायनाचा वापर सुचविला. चंद्राची छायाचित्रे घेणे व त्याकडून येणाऱ्या प्रकाशाचे वर्णपट घेणे या कामासाठी ड्रेपर या संशोधकाने वरील टॅलबट पद्धतीचा अवलंब केला. छायाचित्रणपद्धतीमुळे कोण त्याहि दृश्याची कायमची नोंद होऊन त्या दृश्याचे एरव्ही बोध न होणारे तपशील अगदी स्पष्टपणे नोंदविता येतात.

छायाचित्रणपद्धतीच्या उपयुक्ततेचे एक दृश्य फळ म्हणजे अतिनील किरणांचा शोध होय. सूर्याच्या दृश्य प्रकाशात जांभळ्या रंगाचे जे घटक आहेत, त्यापलीकडे अदृश्य असे घटक असून त्यांचा चांदीच्या क्षारांवर दृश्यप्रकाशापेक्षाहि फार प्रभावी परिणाम घडून येतो. या घटकांची तरंगलांबी दृश्य प्रकाशापेक्षा फार कमी असल्यामुळे ते आपल्याला दिसत नाहीत. त्यांचे नाव अतिनील किरण (अल्ट्रा व्हायलेट). त्यांचा शोध व माहिती मिळविण्याच्या कामी छायाचित्रणकलाच उपयोगी पडली. दृश्यप्रकाशातील जांभळ्या घटकापलीकडे असणाऱ्या अतिनील किरणांचा शोध लागताच तांबड्या घटकापलीकडील उपारुण किरणांचे (इन्फ्रा रेड) अस्तित्व इ. स. १८०० मध्ये विल्यम् हर्शेल या संशोधकाने सिद्ध केले. विशिष्ट रसायने लावून खास तयार केलेल्या फोटोच्या काचेवर अतिरक्त किरणांचा परिणाम होत असल्यामुळे या किरणांचा उपयोग अंधारातील दृश्यांची अगर दाट धुक्यापलीकडील घडामोडींची छायाचित्रे मिळविण्यासाठी केला जातो. ”

आईनस्टाईनचा सापेक्षतावाद

“पण काय हो ! न्यूटन्ने सतराव्या शतकात मांडलेल्या गतिविषयक नियमांना व गुरुत्वाकर्षण सिद्धान्ताला आतापर्यंत कोणीच काही पुस्त्या, दुस्त्या, हरकती सुचविल्या नाहीत का ?” ॲरिस्टॉटलने विचारले.

“न्यूटन्ने मांडलेल्या गुरुत्वाकर्षण सिद्धांताच्या खरेपणाची मर्यादा, व्याप्ति इत्यादींचे स्पष्टीकरण करण्याचे काम अगदी अलीकडे म्हणजे १९०५ साली थाल्वर्ट आइनस्टाईन नावाच्या महान् शास्त्रज्ञाने आपल्या सापेक्षतावादाच्या

आल्बर्ट
आईनस्टाईन



सिद्धान्तामार्फत केले. मात्र सापेक्षतावाद मांडण्यासाठी जी परिस्थिती कारणो भूत झाली ती लक्षात घेणे जरूर आहे. १८८७ मध्ये अमेरिकन संशोधक माय-केल्सन्-मोर्ले यांनी सर्वव्यापी गृहित माध्यम जे ‘ईथर’ त्यांमधील पृथ्वीचा वेग किती आहे हे पाहण्यासाठी काही प्रयोग करण्यास सुरुवात केली. आपल्या प्रयोगांवरून त्यांनी असा निष्कर्ष काढला की, पृथ्वीचा ईथरमधील वेग ठरविणे शक्य होणार नाही. वास्तविक आपली पृथ्वी स्वतःच्या आसाभोवती फिरत असता सूर्याभोवतीही फिरत असते, ही गोष्ट सूर्यप्रकाशाएवढी स्पष्ट आहे. वरील चमत्कारिक अडचणीचे उत्तर मिळविण्याचा प्रयत्न फिट्झगेराल्ड, लॉरेन्झ व लार्मर या शास्त्रज्ञांनी केला. परंतु त्याची स्पष्ट मीमांसा करून

त्याचा योग्य तो खुलासा पुढे ठेवण्याचे काम मात्र आइन्स्टाईनने केले. एकाद्या वस्तूचा वेग, तिच्या गतीची दिशा, तिचा आकार आणि काल यासंबंधी आपल्याला निरपेक्ष असे ज्ञान मिळविणे शक्यच होणार नाही, असे आइन्स्टाईनने प्रतिपादिले. या सर्वांविषयी आपण मिळवीत असलेले ज्ञान सापेक्ष असते. पहाना! वरील विधानांमुळे गतिशास्त्रांतील आपल्या आजवरच्या एकंदर विचारसरणीत व कल्पनात केवढा मूलगामी फरक घडवून आणणे जरूर होऊन बसले ते ! आइन्स्टाईनचा सापेक्षतावाद म्हणतो की, कशाहि तऱ्हेचा प्रयोग केला तरीदेखील पदार्थांची निरपेक्ष गती मोजता येणे शक्य होणार नाही. गतीप्रमाणे काल, आकार हे देखील सापेक्ष होत. कॅब्रिज येथील एक ज्योतिःशास्त्रज्ञ आर्थर एडिंग्टन् याने आइन्स्टाईनच्या सापेक्षतावादाची सत्यता पडताळून त्याच्यात आणखी भर घालण्यास मदत केली. ” मी म्हणालो.

विचारमग्न झालेला अॅरिस्टॉटल म्हणाला, “ पण गतिमान वस्तूच्या आकारमानात होणारा फरक आपल्याला तर कधी जाणवत नाही हे कसे काय ? ”

“ बरोबर आहे तुमची शंका ! गतिमान वस्तूच्या आकारमानातील फरक आपल्या ध्यानात येऊ शकत नाही याचे कारण हा फरक अतिसूक्ष्म असतो हे होय. गतिमान वस्तूचा वेग प्रकाशाच्या वेगाएवढा म्हणजे सेकंदाला १,८६,००० मैल झाला तर मात्र त्या वस्तूचे आकारमान बदलल्याचे आपल्या चटकन् ध्यानात येईल. वरीलखेरीज आइन्स्टाईनने आणखी एक अतिशय महत्त्वाची कल्पना जगापुढे मांडली. ती म्हणजे वस्तु-शक्ति एकरूपतेची कल्पना. ”

“ अरे वा, तुमचा हा आइन्स्टाईन म्हणजे फारच मोठा तत्त्ववेत्ता असला पाहिजे, त्याच्या या सिद्धांतामुळे मानवाच्या आजवरच्या सृष्टिविषयक सर्व कल्पनांत फार मोठी उलथापालथ घडून आली असली पाहिजे ! ” अॅरिस्टॉटल म्हणाला.

“ हो तर. अदृष्टाला स्पष्ट करणाला प्रगाढ प्रज्ञावान पंडित म्हणूनच जगातील सर्व विद्वान आइन्स्टाईनला मान देतात. आइन्स्टाईनच्या म्हणण्याप्रमाणे वस्तु म्हणजे गोठलेली शक्ति होय व शक्ति म्हणजे वस्तूचे प्रवाही

स्वरूप होय. विवक्षित वस्तुमानाचे रूपांतर शक्तीत केल्यास ते किती होईल याचे गणित आइन्स्टाईनने सूत्ररूपाने मांडले. ”

“ पण आइन्स्टाईनच्या वरील विधानाला प्रत्यक्ष पुरावा काय ? का वरील सिद्धांत म्हणजे नुसत्या हवेत उडणाऱ्या कल्पनेच्या वावड्या ? ” अँरिस्टॉटलने हसत प्रश्न केला.

“ छे, छे. आम्ही विसाव्या शतकातले लोक म्हणजे फार चिकित्सक, चोखंदळ व बुद्धिप्रामाण्यवादी बरे का ? ‘ बाप दाखव नाहीतर श्राद्ध कर. ’ असा आमचा प्रत्येक गोष्टीत बाणा ! आइन्स्टाईनच्या वस्तु-शक्ति एकरूपतेच्या सिद्धांताचे प्रात्यक्षिक सर्व जगाला १९४५ साली पहावयास मिळाले. या सालात पृथ्वीवरील दुसऱ्या महाम्यूद्धाचा शेवट व्हावा म्हणून अणुबाँम्बचा स्फोट घडवून आणण्यात आला आणि त्यातच आइन्स्टाईनच्या वर सांगितलेल्या सिद्धांताचे प्रात्यक्षिक सापडले. अशाच स्फोटांमुळे बाहेर पडणाऱ्या शक्तीला अणुशक्ति म्हणून आम्ही ओळखतो. ” मी म्हणालो.

पदार्थाच्या अंतिम घटकांचा शोध

“ काय म्हणता ? अणुपासून बाँम्ब तयार केला तुमच्या शास्त्रज्ञांनी ? हे कसे काय शक्य आहे बुवा ! आणि ही अणुसंबंधीची कल्पना तुमच्यापर्यंत कशी येऊन पोहोचली ? ” अँरिस्टॉटल आश्चर्यचकित झाल्यासारखा दिसला.

“ अहो ! अणुबाँम्ब म्हणजे तुमच्या दृष्टीने एक गूढच असणार. पदार्थाचे अंतिम घटक म्हणजे अणु (अॅटम) या तुमच्याहि अगोदरच्या ग्रीक तत्त्वज्ञांनी मांडलेल्या कल्पनेला तुम्ही हसत होता. प्राचीन ग्रीकांप्रमाणे आमच्या भारतातील एक तत्त्वज्ञ कश्यप ऋषी यांनीदेखील पदार्थाचे अंतिम घटक म्हणजे ‘ कण ’ अशी कल्पना पुढे मांडून त्यासंबंधी वैशेषिक दर्शने लिहिली. हे कश्यप ‘ कणाद ’ या नावाने प्रसिद्ध आहेत. आमच्या कणादांनी पदार्थाचे मूलभूत घटक म्हणजे अणु किंवा कण एवढीच कल्पना पुढे ठेवली असे नव्हे, तर या कणात प्रचंड शक्ति केंद्रित झालेली असते व कणांचे भंजन करण्याचा प्रयत्न केल्यास तसे करणाराला पस्तावण्याची पाळी येईल असा गंभीर इषाराहि देऊन ठेवला होता, असे वैशेषिक दर्शनाचा अभ्यास करणाराला कळून येईल. तुम्ही मात्र या अणुविषयक कल्पनेला विरोधच केलात. तुमच्या मते

पृथ्वीवरील निरनिराळे पदार्थ चार मूलतत्त्वांपासून बनलेले असतात. ही चार मूलतत्त्वे म्हणजे पृथ्वी, आप, तेज व वायु ही होत. या तुमच्या कल्पनांचा पगडा सर्व युरोपावर इतका जबरदस्त होता की, तुमच्या मृत्यूनंतर जवळ जवळ दोन हजार वर्षे, पदार्थाचे अंतिम घटक म्हणजे अणु या कल्पनेला वर डोके काढणे शक्य झाले नाही.

“ परंतु प्राचीन ग्रीकांनी मांडलेल्या या अणुविषयक कल्पनांचा विसर मात्र त्यानंतरच्या संशोधकांना मुळीच पडला नव्हता हो ! सतराव्या शतकापासूनच्या पुढील कालात या कल्पनेचा उल्लेख रॉबर्ट बॉईल, न्यूटन या शास्त्रज्ञांनी केलेला आहे. अखेर १८०२ मध्ये जॉन डाल्टन या संशोधकाने रसायनशास्त्रातील नियमांचा खुलासा करताना पदार्थाचे अंतिम घटक म्हणजे



जॉन डाल्टन

अणु ही कल्पना स्पष्टपणे व निश्चित स्वरूपात जगासमोर मांडली. मूलद्रव्यांचे अंतिम घटक म्हणजे अणु होत. ते अविनाशी असून, विवक्षित मूलद्रव्यांचे सर्व अणु आकाराने, व्यापाने, वस्तुमानाने अगदी एकच असतात असे त्याने प्रतिपादिले. मूलद्रव्यांचे अणु एकमेकांशी कमीजास्त संख्येने संयोजित होऊन निरनिराळ्या रासायनिक संयुगांना जन्म देतात, असे डाल्टनने दाखवून दिले. उदाहरणार्थ सोडिअम धातूचा एक अणू क्लोरिन वायूच्या एका अणूशी संलग्न होताच मीठ या रासायनिक संयुगाचा एक रेणू (मॉलिक्यूल) तयार होतो. अणूंची सापेक्ष वजन ठरविण्याची पद्धत डाल्टनने शोधून काढली

व हायड्रोजन या सर्वात हलक्या मूलद्रव्याच्या अणूचे वजन एक घरून त्याच्या पटीत इतर जड मूलतत्त्वाच्या अणूंची वजने मांडणे शक्य असल्याचे त्याने दाखविले. अणूची कल्पना दृढ होताच, अणु अभेद्य आहे की त्याचे विघटन होऊ शकेल, व तसे केल्यास त्यातील घटक कोणते याचा अभ्यास सुरू झाला. १८९७ मध्ये अणूतील एक घटक जो ऋणकण (इलेक्ट्रॉन्) त्याचा शोध लागला.

अणूरचनेवर प्रकाश

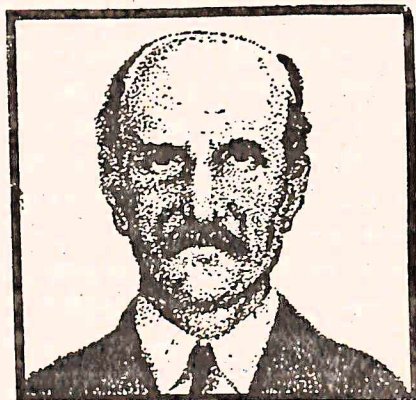
“यासंबंधात काचेच्या नळीत अगदी अल्प दावाखाली वायू भरून त्या मधून वीज घाडण्याचे प्रयोग प्रथम सुरू झाले. अशा नळ्या गाइस्लर या जर्मन तं ज्ञाने प्रथम तयार केल्या. विल्यम् क्रुक्स या संशोधकाने गाइस्लर नळ्यांच्या साहाय्याने प्रयोग करून असे दाखवून दिले की, नळीच्या दोन्ही टोकांना बसविलेल्या धातूअग्रावर विजेचा मोठा दाब निर्माण करताच नळीत ऋण टोकाकडून धन टोकाकडे जाणारा किरणांचा झोट सुरू होतो. हे किरण म्हणजे ऋण विजेने भारावलेल्या कणांचे प्रवाह होत. इंग्लिश शास्त्रज्ञ जे. जे. थॉमसन् यांनी नळीत जन्माला येणाऱ्या या किरणांवर संशोधन करून दाखवले की, हे किरण म्हणजे ऋणकण (इलेक्ट्रॉन्) होत. त्या वेळपर्यंत शास्त्रीय जगतात असे मानले जात होते की, रासायनिक क्रियेत भाग घेणारे मूलद्रव्यांचे अणु हेच त्या पदार्थाचे अंतिम घटक होत. परंतु काचेच्या नळीत जन्माला येणारे ऋणकण, अणूचे मानाने फारच लहान असून ते कोणत्याहि पदार्थाच्या अणूचे घटक होत असे दाखविता आले. तसेच या ऋणकणांना प्राप्त होणाऱ्या अतिसूक्ष्म वस्तुमानाचे मूळ त्यावर असणाऱ्या विजेच्या भारात आपल्याला सापडेल असेहि स्पष्ट होऊ शकले. म्हणजेच कोणतीहि वस्तू अगदी लहानशा जागेत केंद्रित झालेल्या या विजेपासून बनलेली आहे ही काहीशी आश्चर्यकारक नवकल्पना वरील ऋणकणांच्या शोधामुळे पुढे येऊ शकली. कोणत्याही स्वरूपातील वस्तू घ्या, ती अंशतः वीजरहित घटक व अंशतः वीजयुक्त अशा दोहोंच्या मिश्रणापासून बनलेली नसून केवळ विजेच्या लहान लहान साठ्यापासून बनलेली आहे असाच अर्थ लावावा लागेल.

“ऋणकणांच्या शोधामुळे आणखी ज्या नव्या व उपयुक्त अशा किर-

णांचा शोध लागू शकला ते म्हणजे 'क्ष' किरण होत. जर्मनीतील वुर्झबर्ग विद्यापीठातील एक संशोधक रॉजन् हा गाइस्लर नळीतून विद्युत् घाडण्याचे प्रयोग करीत असता त्याला नळीबाहेर एका विशिष्ट स्वरूपाचे किरण येत असल्याचे आढळून आले. हे किरण धातूच्या पातळशा पत्र्यातून आरपार जात असून फोटोच्या काचेवर परिणाम घडवून आणीत होते. हे किरण जर मानवी शरीरातील विशिष्ट भागावर पाडले तर त्यामुळे तेथील हाडांची सावली फोटोच्या काचेवर उमटू शकते असे दिसून आले. अलीकडे या 'क्ष' किरणांचा उपयोग वैद्यकीय व औद्योगिक क्षेत्रात फार मोठ्या प्रमाणावर होऊ लागला आहे. ज्या वेळेस काचेच्या नळीत जन्माला येणारे ऋणकण आपल्या मार्गात उभ्या केलेल्या एकाद्या अडथळ्यावर जाऊन आदळतात त्यावेळेस त्यांच्यामधील गतिशक्तीचे रूपांतर, तरंगांत होऊन 'क्ष' किरण जन्माला येतात. हे क्ष किरण एकाद्या धातूच्या अगर क्षाराच्या स्फटिकावर पाडले तर त्यांचे परावर्तन होऊन त्यांच्या घेतलेल्या छयाचित्रावरून स्फटिकातील रेणूंची मांडणी व गुणधर्म यांचा अभ्यास करता येतो.

किरणोत्सारी द्रव्यांचा शोध

“ऋणकणांचा शोध लागताच रुदरफोर्ड या शास्त्रज्ञाने कोणत्याहि अणूची रचना ग्रहमालेसारखी असते असे सिद्ध केले. म्हणजे कोणत्याहि अणूत मध्य-



रुदरफोर्ड

वर्ति जड असा केंद्र असून त्याभोवती निरनिराळ्या कक्षात भ्रमण करणारे

ऋणकण असतात. असे सिद्ध झाले. अणूतील जड केंद्र हासुद्धा एकजिनसी नसून त्यामध्ये घनकण (प्रोटॉन) व शून्यकण (न्यूट्रॉन) असे दोन प्रकारचे घटक असतात ही गोष्ट सिद्ध होण्यासाठी निसर्गात जी किरणोत्सारी द्रव्ये आढळून येतात, त्यावरील संशोधन उपयोगी पडले. फ्रेंच संशोधक हेन्री बेक्वे-रेल तसेच मादाम् मेरी क्यूरी व तिचे पति पेरी क्यूरी यांनी अशा किरणोत्सारी द्रव्यांवर संशोधन करून युरेनिअम्, पोलोनियम्, रेडियम् इत्यादी किरणोत्सारी द्रव्यांचा शोध एकोणिसाव्या शतकाच्या अखेरीस लावला. अशा किरणोत्सारी द्रव्यांचे अणू अतिशय अस्थिर असतात व त्यांचे अणुकेंद्रातून आल्फा, बीटा, गामा या नावांचे अतितीक्ष्ण व शक्तिमान किरण एकसारखे बाहेर पडत असतात असे सिद्ध झाले. किरणोत्सारी द्रव्यांतून असे किरण बाहेर पडल्यामुळे त्यांचे रूपांतर हळूहळू भिन्न वस्तुमानाच्या मूलद्रव्यात होत जाते व ही क्रिया सदर द्रव्याचे रूपांतर शिशात होईपावेतो चालू राहते. किरणोत्सारी द्रव्यांना अर्धायुष्य असते. म्हणजे अर्धायुष्याच्या कालात मूळ साठ्यापैकी अर्धा साठ्याचे, नवीन मूलद्रव्यात रूपांतर होते व बाकीचा अर्धा साठा तसाच शिल्लक राहतो. रेडियम् या किरणोत्सारी द्रव्याचे अर्धायुष्य १५९० वर्षे आहे तर उलट पोलोनियमचे अर्धायुष्य १३६ दिवस आहे. ज्याप्रमाणे नैसर्गिकरीत्या वरीलसारख्या किरणोत्सारी द्रव्यांचे अणू अस्थिरावस्थेत असू शकतात, त्याचप्रमाणे कृत्रिम उपाय योजूनही युरेनिअम्सारख्या द्रव्यांचे अणुकेंद्र मुद्दाम तडकाफडकी अस्थिर करता येतात व तसे होताच त्या अणुकेंद्रांची छकले होऊन त्या क्रियेत प्रचंड प्रमाणात उष्णताशक्ति व प्रारण बाहेर काढता येतात; आणि अणुबाँम्बमध्ये याच पद्धतीचा अवलंब करून आमच्या शास्त्रज्ञांनी प्रचंड प्रमाणात म्हणजे रासायनिक बाँम्बच्या कित्येक सहस्रपट इतकी शक्ति स्फोटक स्वरूपात बाहेर काढण्यात १९४५ साली यश मिळविले.

“अरे बापरे! सूक्ष्म व वरवर यःकश्चित् वाटणाऱ्या अणूत केवढी शक्ति दडून बसली आहे पहा!” अँरिस्टॉटल् आश्चर्यचकित होऊन म्हणाला.

“अहो, हे तर काहीच नाही. अणुबाँम्बपेक्षा कितीतरी सहस्रपट स्फोटक व विध्वंसक असा हायड्रोजनबाँम्ब, आमच्या शास्त्रज्ञांनी १९५० साली तयार केला. हायड्रोजनबाँम्बपासून बाहेर पडणाऱ्या शक्तीला उष्णताजन्य अणुशक्ति

(थर्मोन्यूक्लियर) या नावाने ओळखले जाते. अशा शे-पन्नास हायड्रोजन बाँम्बचा स्फोट एकदम केल्यास या पृथ्वीवरील जीवसृष्टीच नाहीशी होईल की काय अशी धास्ती निर्माण झाली आहे. मात्र यासंबंधात तुम्हाला एक गोष्ट सांगितली तर तिचे तुम्हाला कदाचित आश्चर्य वाटेल व निसर्ग हा माणसाचा खराखुरा गुरु आहे हे म्हणणे तुम्हाला ताबडतोब पटेल. ”

“ कोणती गोष्ट ती ? नाहीतरी निसर्गाचा अभ्यास करण्यामागे माणसाचा हेतू त्यापासून स्वतःचा काहीतरी फायदा करून घ्यावा असा असतोच की ! आमच्या काली देखील ज्योतिःशास्त्राचा अभ्यास करण्यामागे मनुष्याला उपयुक्त वाटणाऱ्या निरनिराळ्या सणांचा काल निश्चित करता यावा, ऋतु व नैसर्गिक घटनांचे ज्ञान व्हावे हा हेतू होताच की ! ” अँरिस्टॉटल म्हणाला.

निसर्गक्रियांची नक्कल

“ अहो, आमच्या शास्त्रज्ञांना या हायड्रोजन बाँबची कल्पना, सूर्य व तारे यांच्या अभ्यासातून सुचली. हायड्रोजन बाँबची निर्मिती म्हणजे एक अथनि सूर्यातील किरणांची पृथ्वीवरील मनुष्याने केलेली नक्कल होय. मग आहे की नाही निसर्ग म्हणजे मनुष्याचा गुरु ! अशाचसारखी काही उदाहरणे देतो म्हणजे माझा एक मूढा एकदम स्पष्ट होईल. रात्रीच्या अंधारात, मार्गातील अडथळांना चुकवीत आपला मार्ग आक्रमण करणाऱ्या वटवाघुळाकडून योजल्या जाणाऱ्या उपायाची माहिती मिळताच आमच्या शास्त्रज्ञांनी ‘ रेडार ’ या नावाच्या साधनाची जोडणी केली. या रेडारमुळे आकाशात दूर चावरणाऱ्या शत्रूच्या विमानाची अगर दुसऱ्या कोणत्याही अडथळाची उंची वेग, दिशा या सर्वांची माहिती पृथ्वीवर बसल्याजागी, पडद्यावर आलेखरूपाने मिळविता येते. ‘ रेडार ’ म्हणजे निसर्गातील वटवाघुळासारख्या प्राण्याकडून होणाऱ्या क्रियांची मानवी नक्कलच ! आकाशात स्वरूपणे विहार करणाऱ्या पक्ष्यांकडे पाहूनच आमच्या शास्त्रज्ञांना विमानाची कल्पना सुचली. विमानाचा एकंदर आकार जलपक्ष्याच्या (सी गल्) शरीररचनेवरून व पंखाचे आकारावरून ठरविला गेला. दूरचित्रवाणीचा शोध हा मानवी डोळ्यांच्या अंतरचनेच्या अभ्यासामुळे शक्य झाला. फोटो काढण्याचा कॅमेरा म्हणजे देखील मानवी डोळ्यांच्या रचनेची, मनुष्याने काही बाबतीत केलेली नक्कलच

म्हणता येईल. ज्याप्रमाणे कवी म्हणजे निसर्गाचे भाट म्हणून समजले जातात, त्याप्रमाणे आमचे शास्त्रज्ञ म्हणजे निसर्गातील क्रियांची नक्कल उत्तम तऱ्हेने वठविणारे नकलाकार होत असे म्हटल्यास चूक ठरणार नाही.”

ॲरिस्टॉटल्ला माझा मुद्दा पटल्यामुळे, तो मोठमोठ्याने हसू लागला. “ मग सूर्य व तारे यांच्या अंतरंगात क्षणाक्षणाला हायड्रोजन बॉम्ब फुटत असतात असे तुम्हाला म्हणायचे आहे तर ? ” त्यानं विचारलं.

“ अर्थातच ! फक्त हे तारे आपल्यापासून कोट्यावधी मैल दूर असल्यामुळे त्यांच्या अंतरंगात क्षणोक्षणी फुटत असणाऱ्या या हायड्रोजन बॉम्बचा म्हणावा तितका उपसर्ग आम्हाला पृथ्वीवर पोहोचत नाही इतकेच ! अणुबॉम्ब किंवा हायड्रोजन बॉम्ब ही दोन्ही अणुशक्तीची भयानक व विध्वंसक रूपे होत असे म्हणावे लागेल. अर्थात या अणुशक्तीचे गोजिरे व सोज्वळ स्वरूपहि स्पष्ट होऊ लागल्यामुळे तिचा उपयोग जीवनाच्या निरनिराळ्या क्षेत्रात, उपयुक्त कामासाठी करण्यास अलीकडे सुरुवात झाली आहे हेहि सांगितले पाहिजे.”

“ कोणकोणत्या कामासाठी ही अणुशक्ति आता वापरली जाऊ लागली आहे ते सांगा की ? ” ॲरिस्टॉटल्लेने आतुरतेने प्रश्न केला.

शक्तिनिर्मितीच्या क्षेत्रातील टप्पे

“ या अणुशक्तीचा उपयोग उष्णता तसेच वीज यांच्या निर्मितीसाठी आता होऊ लागला आहे. अहो, आधुनिक कालात वावरणाऱ्या मानवाची शक्तिविषयक भूक दिवसेंदिवस एकसारखी वाढत आहे. तुमच्या कालात शक्तिनिर्मितीचे प्रमुख साधन म्हणजे स्नायुबल होते. मग ते स्नायुबल माणसाचे असो नाहीतर पाळीव जनावरांचे असो; त्याखेरीज उष्णतेच्या रूपात रासायनिक शक्तीचा वापर, अन्न शिजविण्यासाठी, अशुद्ध धातूंना शुद्ध करण्यासाठी, तुमच्या काली थोडाफार होत असेच. शक्तिनिर्मितीच्या क्षेत्रात मानवाने गाठलेला यापुढचा महत्त्वाचा टप्पा म्हणजे वाफेच्या शक्तीचा शोध. हा शोध अठराव्या शतकात न्यूकोमेन, जेम्स वॉट आदि संशोधकांनी लावून वाफेच्या शक्तीवर चालणारी इंजिने शोधून काढली. मात्र या ठिकाणी एक गोष्ट सांगणे जरूर आहे. ख्रिस्ती सनाच्या पहिल्या शतकात; म्हणजे रोमन साम्राज्याचा अलेक्झांड्रियावर

अंमल सुरू होता त्या कालात, हीरो या संशोधकाने वाफेवर चालणारे इंजिन तयार केले होते. हीरोचे हे वाफइंजिन म्हणजे एका अर्थाने हल्लीच्या जेट विमानाचा मूळ पुरुषच होय. अठराव्या शतकाला विज्ञानाच्या इतिहासात भौतिक किंवा जडवादी शतक म्हणून ओळखले जाते. कारण सतराव्या शत-



जेम्स वॉट

कांत न्यूटनने मांडलेल्या निरनिराळ्या सिद्धांतांमुळे युरोप इंग्लंडमधील संशोधक इतके भारावून गेले होते की बहुतेकांची अशी समजूत झाली होती की कोणत्याही क्षणी एखाद्या वस्तूच्या कणांची जागा, वस्तुमान, वेग या संबंधीची माहिती मिळाल्यास, सर्व विश्वाची त्यापुढील कोणत्याही क्षणी होणारी अवस्था किंवा परिस्थिती कशी असू शकेल याचे ज्ञान मिळविणे एखाद्या मोठ्या गणितयंत्राचे साहाय्याने सहज शक्य होईल.

जेम्स वॉटने शोधलेल्या वाफेच्या इंजिनामुळे युरोपात यंत्रयुगाची सुरुवात झाली व औद्योगिक क्षेत्रांत क्रांति घडून आली. यानंतर म्हणजे १८३० चे सुमाराला इंग्लिश शास्त्रज्ञ मायकेल फॅरेडे यांनी विद्युत्शाखेचे जे मौलिक स्वरूपाचे संशोधन केले त्यामुळे मोठ्या प्रमाणावर विद्युत् निर्माण करणारे यंत्र जे 'डायनेमो' ते जन्माला येऊ शकले. विद्युत्शक्ती मदतीला येताच सर्व कामे यंत्राच्या साहाय्याने करवून घेण्याकडे मनुष्याची प्रवृत्ति जास्त जास्त होऊ लागली. परंतु उष्णता किंवा विद्युत् निर्माण करण्यासाठी लागणारी,

कोळसा, तेल, उंचावर साठविलेले पाणी इत्यादि इंधने लवकरच अपुरी पडणार असल्याचे शास्त्रज्ञांना समजून येऊ लागले. त्याबरोबर शास्त्रज्ञांचे लक्ष अणुशक्तीकडे वेधले गेले व युरेनियम, थोरिरअम अशा किरणोत्सर्गी द्रव्यांचे मदतीने प्रचंड प्रमाणात शक्ति निर्माण करण्याचे प्रयत्न त्यांनी १९४५ सालापासून सुरू केले. या प्रयत्नांत त्यांना यश येऊन सध्याच्या अणुयुगाचा पाया घातला गेला. या अणुशक्तीचे मदतीने उष्णता, वीज इत्यादि निर्माण करता येते. तसेच तिच्या जोरावर काही दळणवळणाची साधने चालविता येतील, उद्योगधंद्यांची चक्रे फिरविता येतील व वैद्यकीय क्षेत्रात निरनिराळ्या रोगांचे निदान व निवारण करता येईल असे दिसून आले आहे. तेव्हा एका अर्थाने ही अणुशक्ति म्हणजे मानवाला मिळालेले निसर्गाचे वरदानच होय !

आधुनिक कालातील शास्त्रीय प्रगती

“ एकोणिसाव्या शतकापासून तो थेट आजच्या घटकेपर्यंत वास्तव व रसायनशास्त्र यांमध्ये जी प्रगती होत आली तिचा वेग खूपच मोठा असल्याचे दिसून येईल. आधुनिक कालात वावरणाऱ्या मनुष्याला या प्रगतीची कल्पना निदान स्थूलमानाने तरी असणे अतिशय आवश्यक आहे, नाहीतर त्याचे जीवन सुकर होणे कठीण आहे. अठराव्या शतकात युरोपात औद्योगिक क्रांति घडून आली व त्याचाच परिणाम म्हणून मनुष्याच्या दैनंदिन जीवनात विज्ञानाचा हरतऱ्हेने प्रवेश झाला. तसे पाहिल्यास उत्पादनाच्या पद्धतीत आर्थिकदृष्ट्या फायदेशीर ठरतील अशा सुधारणा घडवून आणण्याच्या प्रयत्नांतच एकोणिसाव्या शतकातील शास्त्रीय प्रगतीचे बीज रुजले गेल्याचे दिसून येईल. एकोणिसाव्या शतकापूर्वीच्या कालात होऊन गेलेले शास्त्रज्ञ संशोधक फुरसतीचा खूप वेळ असणाऱ्या जमीनदार वर्गातले असल्याचे दिसून येते. उलट एकोणिसाव्या शतकातील बहुसंख्य शास्त्रज्ञ, संशोधक कारखाने, उद्योगधंदे, तंत्रयंत्रशाला इत्यादींमधून असल्याचे दिसून येईल. मात्र या शतकाच्या अखेरच्या सालापासून विद्यापीठे, शिक्षणसंस्था यामध्ये काम करणाऱ्या संशोधकांनी संशोधनकार्यात पुढाकार घेण्यास प्रारंभ केल्याचे आढळून येते.

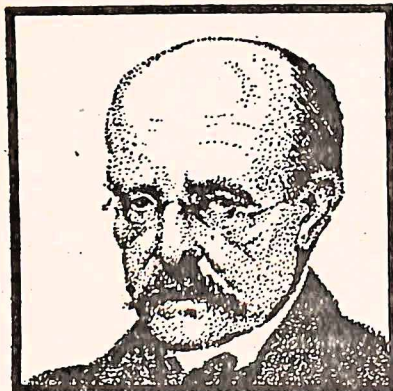
या शतकाच्या सुरुवातीला शास्त्रीय संशोधनाचे आद्य केंद्र म्हणूनच आपल्याला फ्रान्सकडे दृष्टि टाकावी लागेल. कारण विज्ञान व गणित या

दोहींच्या संशोधनासाठी व शिक्षणासाठी फ्रेंच सरकार सक्रीय प्रोत्साहन देत होते. साहजिकच १८५० पर्यंतचा काल म्हणजे फ्रान्स देशातील विज्ञानप्रगतीचा उज्वल काल म्हणावा लागेल. याच कालातील इंग्लंडमधील शास्त्रीय संशोधन जरी वरच्या दर्जाचे होते तरी त्यासाठी तेथील सरकारचे किंवा उद्योगधंद्यांचे म्हणावे तसे त्याला प्रोत्साहन मिळत नव्हते. असे संशोधन जवळ जवळ व्यक्तिगत प्रयत्नावरच आधारित होते. जर्मनीत मात्र शास्त्र व उद्योग धंदे यांचे फार निकटचे असे सहकार्य असल्याचे दिसून येईल. जर्मन उद्योगधंद्यातील पुढारी हे तर तरबेज व अव्वल दर्जाचे शास्त्रज्ञ संशोधक असल्याचे दिसून येते. एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात व विसाव्या शतकातील पहिली १२-१३ वर्षेपर्यंत रसायन शाखेतील प्रगतीत जर्मनीचा हात धरणारा जगात दुसरा कोणताच देश नव्हता असेच म्हणावे लागेल. गेल्या ५० वर्षांत मात्र सोव्हिएत रशिया व अमेरिका या देशांतील वैज्ञानिकांनी संशोधन क्षेत्रात पदार्पण केले आहे. रशियात तर दरवर्षी राष्ट्राच्या एकूण निदान एक टक्का उत्पन्नाचा भाग वैज्ञानिक संशोधनासाठी खर्च केला जातो. आता आशिया-खंडातील देशांना वैज्ञानिक संशोधनाचे महत्त्व पटू लागल्यामुळे भारत, चीन, पाकिस्तान आदि देशांत बरेच शास्त्रज्ञ-संशोधक तयार होऊ लागले आहेत.

प्लांकचा शक्तिपुंजवाद

चालू शतकाच्या पहिल्याच वर्षात जर्मन प्राध्यापक मॅक्स प्लांक याने एखाद्या अणुमधून बाहेर पडणाऱ्या अगर एखाद्या अणूत प्रवेश करणाऱ्या शक्तीसंबंधी एक नवीन कल्पना जगासमोर मांडली. अणूत होणारा शक्तीचा प्रवेश किंवा शोषण अगर तिचे उत्सर्जन लहान लहान पण ठराविक गटुयांच्या किंवा पुंजांच्या (क्वांटा) स्वरूपात होते असे प्लांकने प्रतिपादन केले. ही कल्पना अगदीच नाविन्यपूर्ण होती. कारण त्यापूर्वी शास्त्रज्ञांचे असे म्हणणे होते की, शक्तीचे हवे तेवढे लहान लहान विभाग पाडणे शक्य असते. परंतु प्लांकच्या प्रतिपादनामुळे शक्तीला एखाद्या वस्तूप्रमाणे गुणधर्म प्राप्त करून देता आले. शक्ती म्हणजे लहान लहान परंतु अविभाज्य अशा पुंजांचा समुच्चय होय अशी कल्पना दृढ होण्यास मदत होऊ शकली.

प्लांकच्या शक्तिपुंजाच्या तत्त्वाचा आधार घेऊन आईन्स्टाईनने प्रकाशा-संबंधी अशी कल्पना मांडली की, प्रकाश म्हणजे शक्तिपुंजांचा समुच्चय होय. हे शक्तिपुंज जरी आपल्याला तरंगाचे. स्वरूपात परिचित होत असले तरी



मॅक्स प्लांक

अखेर प्रकाश म्हणजे शक्तिपुंजाचीच मालिका होय. या शक्तिपुंजाच्या कल्पनेच्या पायावर डॅनिश शास्त्रज्ञ नील्स बोर याने विवक्षित अणूंच्या अंतरं-नेचे चित्र रंगविण्याचा यशस्वी प्रयत्न केला. तसेच साध्यामुध्या अणूकडून बाहेर टाकल्या जाणाऱ्या प्रकाशाच्या वर्णपटातील रेषाची योग्य संगती लावण्याचे कामहि बोरला प्लांकच्या शक्तिपुंज उपपत्तीचा आधार घेऊन करणे शक्य झाले हे कार्य फारच महत्त्वाचे होते. कारण त्यामुळे विश्वातील कोणत्याहि पदार्थात अस्तित्वात असणाऱ्या अंतिम घटकाबद्दलचे त्यावेळपर्यंत अज्ञात मानले जाणारे नियम जगापुढे मांडणे शक्य झाले. या प्रश्नावर बोरप्रमाणेच जर्मनीत हायजेनवर्ग, फ्रान्समध्ये डि. ब्रौली, इंग्लंडमध्ये डिरॅक आदि शास्त्रज्ञांनी संशोधन करून प्लांकच्या शक्तिपुंजवादाची बळकट अशा पायावर उभारणी केली." मी म्हणालो

“पण काहो, पदार्थातील अणु, इलेक्ट्रॉन इत्यादी सूक्ष्मतम घटकांचा शोध तुमच्या शास्त्रज्ञानी लावलां असे तुम्ही म्हणालात खरे परंतु हे घटक प्रत्यक्ष डोळ्यांनी पाहता येण्यासाठी तुमच्या शास्त्रज्ञांनी एखादा प्रभावी सूक्ष्मदर्शक शोधून काढला आहे का? नाहीतर या सूक्ष्मतम घटकांच्या

आकाराबद्दल नुसत्या कल्पनेच्या वावड्याच उडवाव्या लागतील." बॅरि-स्टॉटलने हसत हसत प्रश्न केला.



नील्स बोर

“हो तर ! प्रभावी सूक्ष्मदर्शक, काच दुर्बिणी, रेडिओ, दुर्बिणी, वर्णपट दर्शक इत्यादी अनेक साधने आमच्या शास्त्रज्ञांनी चालू शतकात बनवून त्यांच्या मदतीने सूक्ष्म तसेच आकाशातील दूरदूरच्या ग्रहताऱ्यांचे नियमितपणे वेध घेण्याचे काम अद्यापही चालू ठेवलेले आहे. अहो १६०९ मध्ये इटालियन शास्त्रज्ञ गॅलिलिओ याने स्वतःच्या हातांनी २। इंच व्यास छिद्राची पहिली काचेची दुर्बिण (टेलिस्कोप) तयार केली. तिचा उपयोग करून पृथ्वीच्या चंद्रावरील उंच पर्वत, खोल दऱ्या इत्यादींचा शोध लावला. तसेच गुरु, शनि, मंगळ आदि अन्य ग्रहांची वैशिष्ट्ये शोधून काढली. आता तर अमेरिका, रशिया, जपान आदि देशांनी २०० इंच किंवा त्यापेक्षा अधिक छिद्रांच्या परावर्तनीय दुर्बिण बनवून त्यांच्या सहाय्याने आकाशातील दूर-दूरच्या ताऱ्यांचा, अभ्रिकांचा, तेजोमेघांचा, आकाशगंगांचा अभ्यास चालू ठेवला आहे. काच दुर्बिणींच्या जोडीला त्यांनी रेडिओ दुर्बिणी बनवून त्यांचा उपयोग करून रेडिओ तरंग बाहेर टाकणाऱ्या आकाशातील क्वासर्स, पल्सार तसेच कृष्ण विवरे इत्यादींचा शोध लावलेला आहे.

सूक्ष्म आकाराच्या वस्तूंचे मोजमाप करण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी भिगाचे सूक्ष्मदर्शकदेखील बनविले आहेत. काचेच्या सूक्ष्मदर्शकाची वर्धन शक्ति

जास्तीत जास्त साधारणपणे ५०० पट असू शकते. एखाद्या सूक्ष्म आकाराच्या वस्तूचा आकार दृश्य प्रकाश तरंगांच्या लांबीच्या निम्न्याहून कमी (म्हणजे सुमारे एक लक्षांश इंचाहून कमी) असेल तर सदर वस्तु काचेच्या सूक्ष्मदर्शकातूनही दिसू शकत नाही. अशा वस्तु डोळ्यांनी पाहण्यासाठी अगर त्यांची छायाचित्रे मिळविण्यासाठी १९३० साली जर्मन शास्त्रज्ञांनी इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक या नावाचे साधन तयार केले आहे. त्याच्या सहाय्याने मिळणारे सूक्ष्मतम वस्तूचे प्रतिबिंब वस्तूच्या मूळ आकाराच्या जवळजवळ १० हजार पट मोठे होऊ शकते. इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शकात काचेचे भिंग नसते. त्याऐवजी विद्युत्चुंबक वापरण्यात येतात व पाहण्यासाठी निवडलेल्या सूक्ष्म प्रकाशकिरणाऐवजी वस्तूवर इलेक्ट्रॉनांचा झोत सोडला जातो. एखादा इलेक्ट्रॉन झोत, प्रकाश किरणाप्रमाणे वागतो, म्हणजे इलेक्ट्रॉनदेखील तरंगासारखे वागतो. फक्त त्याची तरंग लांबी, प्रकाश तरंगाच्या लांबीच्या सुमारे एक लक्षांशपेक्षा कमी असते इतकेच ! इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शकात एकूण सुमारे तीन विद्युत्चुंबक वापरले जातात व तयार होणारे वस्तूचे 'प्रतिबिंब' एका अनुस्फुरण पडद्यावर (फ्लोरोसेंट स्क्रीन) उमटवले जाते अगर अशा पडद्याचे जागी छायाचित्रण काच बसवून तिचे प्रतिबिंब रेखाटले जाते. चित्रण करण्यापूर्वी इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शकातील हवा, वातपंपाच्या सहाय्याने जवळजवळ संपूर्णपणे बाहेर काढून टाकली जाते.

इलेक्ट्रॉनिक्स शाखेचा विकास

अेकोणीसाव्या शतकाच्या अखेरीला पदार्थांच्या अणूतील इलेक्ट्रॉन या घटकाचा शोध लागला आणि तेव्हाच, " इलेक्ट्रॉनिक्स " या आधुनिक कालात विकसित झालेल्या शाखेचा पाया घातला गेला असे म्हणावे लागेल. इलेक्ट्रॉनिक्स म्हणजे ठोकळ मानाने संपूर्णतः अगर अंशतः बंदिस्त पोकळ जागेत इलेक्ट्रॉनांच्या वाहतुकीचा अभ्यास व उपयोग करून घेण्याच्या शाखेचा विकास होय असे थोडक्यात म्हणता येईल. रेडिओतील व्हाल्व्ह, कॅथोड किरण नळी, इत्यादी साधने इलेक्ट्रॉनिक्स शाखेवर आधारित आहेत. तसेच रेडिओ, दूरदर्शन, रेडार, संगणक (कॉम्प्यूटर), इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शक इत्यादी साधनांचा अंतर्भाव इलेक्ट्रॉनिक्स शाखेत केला जातो. १९४७ सालपर्यंत, व्हाल्व्ह म्हणजे

इलेक्ट्रॉनिकस शाखेचा आत्मा म्हणून मानला जात होता. परंतु व्हाल्व्ह आकाराने मोठी असल्यामुळे ती कोणत्याही साधनात जास्त जागा व्यापते, तिला कार्यान्वित करण्यासाठी जास्त प्रमाणात वीज पुरवावी लागते व तिला वसणान्या हादऱ्या धक्यामुळे तिचे कार्य बिघडते. या सर्व अडचणी संशोधकांच्या हळुहळू लक्षात येऊ लागल्या.

१९४८ मध्ये, अर्धवाहक (सेमीकंडक्टर) द्रव्यांनी शास्त्रज्ञांचे लक्ष वेधून घेतले. चांदी, तांबे, अॅल्युमिनियम, इत्यादि मूलद्रव्ये उत्तम वीजवाहक म्हणून तर गंधक, अॅबोनाईट, रबर, काच, कोरडे लाकूड इत्यादी द्रव्ये वीज दुर्वाहक म्हणून ओळखली जातात. जर्मेनिअम, सिलिकॉन ही द्रव्ये अत्यंत शुद्ध स्वरूपात घेतली तर त्याकडून वीज वाहून नेली जात नाही. परंतु या दोन्ही मूलद्रव्यात अत्यंत अल्प प्रमाणात (१० हजार भागात एक भाग) इतर मूलद्रव्यांची (उ. अर्सेनिक अँटिमनी, इंडिअम, गॅलियम इ.) भेसळ केली तर हे मिश्रण काही प्रमाणात विद्युत्वाहक बनते. अशा मिश्रण केलेल्या द्रव्यांना अर्धवाहक (सेमीकंडक्टर) म्हणून ओळखण्यात येते. अमेरिकेतील बेल टेलिफोन प्रयोगशाळेतील संशोधक बारदीन, ब्राटेन व शॉकले यांनी वरील अर्धवाहक द्रव्यांचा उपयोग करून, ट्रॅन्झिस्टर नावाचे आधुनिक इलेक्ट्रॉनिकस युगातील एक अत्यंत महत्त्वाचे साधन तयार केले. या ट्रॅन्झिस्टरने त्यापूर्वीच्या व्हाल्व्हची जागा सर्रास घेतली. कारण ट्रॅन्झिस्टर अत्यंत लहान जागेत मावतो, अत्यंत अल्पशा वीजेवर कार्यान्वित होतो व वॉल्व्हप्रमाणे हादरे, धक्के इत्यादीमुळे त्याचे कार्य खंडित होत नाही. संदेश वहनाच्या क्षेत्रात ट्रॅन्झिस्टरने बहुमोल कामगिरी बजावली आहे. रेडिओ, तापदर्शी (थर्मिस्टर), यातायाती (अ. सी.) वीजेचे रूपांतर एकदिश (डी. सी.) विद्युत प्रवाहात करणे, क्रायोस्टॉन इत्यादी अनेक नव्या नव्या साधनात आता व्हाल्व्ह ऐवजी ट्रॅन्झिस्टरचा उपयोग केला जातो. ट्रॅन्झिस्टरमुळे मनुष्याच्या पदरी पडत असलेले सर्वात मोठे यश म्हणजे पूर्वापेक्षा आकाराने खूप लहान असणाऱ्या संगणकांची निर्मिती व वाढती विश्वासार्हता. शिवाय ट्रॅन्झिस्टरच्या शोधामुळे आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक साधनांच्या सूक्ष्मीकरणाचा मार्ग खुला झाला. ”

मी म्हणालो.

मी कथन केलेली आधुनिक इलेक्ट्रॉनिकस शाखेतील विस्मयकारक प्रग-

तीची माहिती ऐकून अँरिस्टॉटल थक्क होऊन गेला. मात्र त्याचे कुतुहल जागृत झाल्यामुळे तो म्हणाला, “आधुनिक कालात विकसित झालेल्या या सूक्ष्म इलेक्ट्रॉनिकस शाखेमुळे आजच्या जगात आणखी एक पूर्वीपेक्षा फार मोठी औद्योगिक क्रांति घडून आली असेल नाही का ?”

“हो तर ! वाफेच्या शोधामुळे १८ व्या शतकात युरोपात पहिली औद्योगिक क्रांति घडून आली व माणसाच्या हातापायांची कामे यंत्रे करू लागल्यामुळे त्याच्या हातापायांना थोडीशी विश्रांती मिळू लागली. चालू शतकाच्या उत्तरार्धात ट्रॅन्झिस्टर, इलेक्ट्रॉनिक संगणक इत्यादी साधनांच्या विकासामुळे घरबसल्या सहज नुसत्या तोंडाने सूचना देऊन माल उत्पादनाचे काम पार पाडणे, जगाच्या कानाकोपऱ्यात संदेशाचे वितरण करणे इत्यादी कामे सुकर झाली. या सर्वांचे मूळ म्हणजे इलेक्ट्रॉनिक संगणक ! खगोल शास्त्र, अवकाश संशोधन व संचार, वेगवान विमाने, दूर पल्ल्याची क्षेपणास्त्रे इत्यादीमध्ये अलिकडच्या कालात साधता आलेली नेत्रदीपक प्रगती या सर्वांच्या मुळाशी इलेक्ट्रॉनिकस शाखेतील घोडदौड होय. खाद्य पदार्थ बनविणारे कारखाने, अन्य जीवनोपयोगी वस्तू तयार करणारे कारखाने, गिरण्या, बँका, पोलाद, चमड्याच्या वस्तू बनविणारे निरनिराळे उद्योगधंदे, इत्यादीमधील निरनिराळ्या क्रियांवर नियंत्रण ठेवण्याचे काम आता संगणकाकडून करवून घेण्यास प्रारंभ झाला आहे. माणसाच्या मनावर सर्वाधिक ठसा उमटविणारे विसाव्या शतकातील जर कोणते साधन म्हणून विचाराल तर त्याचे उत्तर संगणक असे द्यावे लागेल. इलेक्ट्रॉनिकस संगणक आपल्यावर सोपविलेले कार्य पार पाडण्यासाठी वीज प्रवाहाचा उपयोग करतो. त्यात प्रवेश करणारा विद्युत्प्रवाह जरूरीप्रमाणे चालू होतो व खंडितही होऊ शकतो.

डोळ्याचे पाते लवण्याच्या आतच इलेक्ट्रॉनिक संगणक प्रचंड असे हिशेव पूर्ण करून हवी असलेली उत्तरे काढून देतो. संगणकातील इलेक्ट्रॉनिक खटक्यामुळे एक दशलक्ष सेकंदात, इलेक्ट्रॉनांचा प्रवाह थांबविणे, चालू करणे, पाहिजे त्या मंडलाकडे वळविणे इत्यादी क्रिया शक्य होतात. चालू दशकात प्रगत देशात आता निरनिराळ्या कामासाठी घराघरातून संगणक वापरण्यात येऊ लागले आहेत. संगणक कार्यान्वित करताना छिद्रे व रेषा उमटविलेल्या कार्डांची मदत घेतली जाते. अशा कार्डांवरील छिद्रावर विशिष्ट अर्थ

असतो. असे काडं जेव्हा विद्युत ध्रुवामधून सरकते तेव्हा त्यावरील छिद्रांवर अवलंबून असणारे वीजप्रवाह सिलिकॉन चकतीवर कोरलेल्या सरणीतून वाहतात अग्न खंडित होतात व त्यापासून एक विशिष्ट स्वरूपाची विद्युत् प्रतिमा तयार होते. छिद्रे असणाऱ्या कार्डाची तपासणी करून, तयार झालेल्या विद्युत् प्रतिमेचा अर्थ लावण्याचे काम संगणक करतो. अशा छिद्रित कार्डांना कार्यक्रम कार्ड (प्रोग्राम), म्हणतात. ज्यावेळी एखादा मोठा कार्यक्रम पार पाडण्याचे काम संगणकाकडे सोपविण्यात येते त्यावेळेस संगणकाला, त्या संबंधातील इतर संदर्भ लक्षात ठेवावे लागतात व जरूर पडेल तेव्हा व तसा त्यांचा उपयोगही आपल्याकडे सोपविलेला कार्यक्रम पार पाडताना करावा लागतो. म्हणजे संगणकात स्मृति (मेमरी) हा एक महत्त्वाचा विभाग असतो. संगणकाची अशी स्मृति चुंबकीय स्मरण फितीवर साठविलेली असते. वीज प्रवाहाच्या मदतीने ह्या त्या वेळेस ती जागृत होऊ शकते. आता तर स्मृति जतन करणाऱ्या फितीऐवजी इंग्रजी मूळाक्षरांच्या मदतीने संगणकाला सूचना देण्याचे काम करण्यात येत आहे. संगणकात घडून येत असलेल्या वरील क्रांतीच्या मुळाशी सूक्ष्म संग्राहक (मायक्रोप्रोसेसर) यांचा शोध आहे.

हे सूक्ष्म संग्राहक आकाराने अत्यंत लहान (हाताच्या आंगठ्यावरील नखाएवढे) असतात. अतिशय स्वच्छ, कमालीच्या थंड तपमानात धूलीकणापासून मुक्तावस्थेत त्यांची प्रस्थापना करण्यात येते. संगणकात वसविण्यासाठी सुमारे ३ इंच व्यासाच्या अतिशय पातळ (दाढीच्या पात्याच्या निम्म्या एवढ्या जाडीच्या) अतिशय शुद्ध सिलिकॉनच्या चकतीपासून सुमारे २५० सूक्ष्म संग्राहक बनविण्यात येतात. त्यात अत्यल्प प्रमाणात अँटिमनी, अर्सेनिक, इंडियम या पैकी एखादे द्रव्य मिसळण्यात येते. संग्राहकाला वीज पुरवठा करताच तो एकतर इलेक्ट्रॉन्स उपलब्ध करून देणारा 'एन्' प्रकारचा अग्न छिद्रात इलेक्ट्रॉन्स समाविष्ट करू पाहणारा 'पी' प्रकारचा अर्धवाहक बनतो. प्रथम अनेक मंडले काढलेल्या मोठ्या आकाराची आकृती तयार करून फोटो कॉमेच्या मदतीने जरूर तेवढ्या प्रमाणात त्याचे लघुकरण घडवून आणून सदर आकृतीची अत्यंत लहान आकाराची प्रतिमा मिळविली जाते. आकार लहान केलेली ही प्रतिमा वरील अर्धवाहकाच्या छोट्याशा चकतीवर ठेवून चकतीवर अतिनील किरण पाडण्यात येतात. त्याबरोबर चकतीवर त्या लघु-

कृत मंडलाचा ठसा उमटला जातो. अशा या सूक्ष्म आकारांच्या चकत्यांचा किंवा कापांचा (चिप्) अंतर्भाव संगणकात केल्यामुळे संगणकाचा आकारही लहान होतो व त्यावर उमटलेल्या संकलित सरण्यांकडून (इंटिग्रेटेड सर्किट) आपल्याला हवी असणारी निरनिराळी कामे करवून घेता येतात. संकलित सरण्या व सूक्ष्म प्रक्रियाकार (मायक्रो प्रोसेसर) यामुळे आधुनिक संगणक फारच प्रगतावस्थेला पोहोचू शकला आहे.

आता तुम्हाला मी आमच्या शास्त्रज्ञांनी अलिकडे वनविलेल्या एका अति-शय विस्मयकारक अशा साधनांची माहिती सांगणार आहे. हे साधन म्हणजे “यंत्र मानव” अथवा रोबो.

हाडामांसाच्या जिवंत माणसाऐवजी माणसाचीच निरनिराळी कामे विनोदोद्भाटपणे, दीर्घकालापर्यंत विनाविश्रांती करू शकणारे यांत्रिक मानव आता वनविण्यात येऊ लागले असून अमेरिका, युरोप, जपान आदि देशातील कारखान्यात, घरात यंत्रमानवांच्या वापरास जोराने सुरुवात झालेली आहे. यंत्रमानवाला दृष्टी असते, ऐकू येते, स्पर्शज्ञानही होते. यंत्रमानवाच्या डोक्यात संगणक बसविण्यात येतो. गिरण्या, कारखाने यामधील मजूर, कामगार आपल्या हातानी करीत असलेली उद्याची सर्व कामे, तसेच घरगड्याकडून केली जाणारी नाना प्रकारची गृहोपयोगी कामे यंत्रमानव करतात. यंत्रमानवामुळे उद्योगधंद्यातील निरनिराळ्या प्रकारच्या मालाचे उत्पादन मोठ्या प्रमाणावर करता येऊन त्याच्या किमतीतही घट होते.

“वा, वा म्हणजे या यंत्रमानवामुळे व नाना प्रकारच्या लहानमोठ्या संगणकांमुळे आधुनिक कालातील माणसांना अल्पकाल काम करून भरपूर पगार मिळेल व उरलेला वेळ, विश्रांती, आपले छंद जोपासणे आणि अन्य स्वरूपातील सांस्कृतिक कार्यासाठी कारणी लावणे शक्य होईल असेच नाही का ?” अॅरिस्टॉटल आनंदीत होऊन म्हणाला.

“अगदी बरोबर ओळखले तुम्ही ! अहो, हे तर काहीच नाही ! आमच्या शास्त्रज्ञांनी १९६० च्या सुमारास ‘लेसर’ या नावाचे अतिशक्तिशाली सुसंगत व एकाच तरंगलांबीचे सुसंबद्ध असे किरण शोधून काढले असून त्यांचा उपयोग उद्योगधंद्यात, वैद्यक क्षेत्रात रोग निवारणासाठी, पृथ्वीवरून आकाशातील ग्रहांची तंतोतंत अंतरे मापण्यासाठी तसेच युद्ध कालात शत्रूपक्षाकडील

बाँववाहू विमाने, क्षेपणास्त्रे आपल्या लक्ष्यावर पोहोचण्यापूर्वीच भस्मसात करून टाकण्यासाठी आता करण्यात येत आहे.

दूरध्वनी संदेश वहनासाठी तसेच दूरदूर वीजप्रवाह वाहून नेण्यासाठी आजवर वापरल्या जाणाऱ्या, परंतु दिवसेंदिवस महाग व भविष्यात दुर्मिळ होणाऱ्या तांबे, अॅल्युमिनिअम् आदि धातूंच्या ताराऐवजी आमचे शास्त्रज्ञ आता प्रकाशवाहक सूक्ष्म काचधागे वापरू लागले आहेत. कारण काच वनविष्यासाठी लागणारी वाळू, सिलिका ही द्रव्ये तांबे, अॅल्युमिनिअम् या धातूंच्या मानाने पृथ्वीवर अगदी मुबलक प्रमाणात आहेत. अशा एक ना अनेक नव्या गोष्टी आधुनिक शास्त्रज्ञांनी शोधून, त्यांचा उपयोग दैनंदिन जीवनात करण्यास सुरुवात केली आहे. त्यांच्या उपयोगामुळे पृथ्वीवरील मानवी जीवन अधिक सुखाचे, समृद्ध करावे असे त्यांना मनापासून वाटते. अर्थात त्यापैकी जे लोक सत्तापिपासू व जगावर आपले वर्चस्व ठेवण्याच्या वृत्तीचे आहेत, ते आधुनिक कालातील अणुबाँब, क्षेपणास्त्रे, लेसर किरण यासारख्या निरनिराळ्या शोधांचा उपयोग, विनाशासाठी करण्यास मागेपुढे पाहणार नाहीत ही गोष्टही तितकीच खरी आहे. ”

चर्चेचा समारोप करण्याच्या दृष्टीने प्रो अॅरिस्टॉटलला वरील धोक्याची सूचना देण्यासही कचरलो नाही.

भागावर शस्त्रक्रिया केल्या जात असल्याबद्दलचा पुरावा सापडतो. यावरून असे म्हणता येईल की, प्राचीन इजिप्शियनांनी वैद्यकीय ज्ञान व कौशल्य बऱ्याच प्रमाणात मिळविले होते.”

“ बरोबर आहे तुम्ही म्हणता ते. ही झाली इतिहासपूर्व कालातली परिस्थिती. परंतु आमच्या थोडे अगोदर म्हणजे ख्रिस्तपूर्व ४६० या वर्षी हिपोक्रेटस् या नावाचा जो शास्त्रज्ञ होऊन गेला त्याच्या अंगी वैद्याला जरूर असणारे सर्व गुण पूर्णपणे होते. त्याने रोग्यांशी वागण्याबाबत जे नियम घालून दिले त्यांना ‘ हिपोक्रेटस् ओथ ’ म्हणून ओळखतात हे तुम्हास माहिती असेलच ?” अँरिस्टॉटल म्हणाला.

“ हो आहे ना ! इतकेच नव्हे तर हे नियम हिपोक्रेटस्नंतर जवळजवळ दोन हजार वर्षांचेवर वैद्यकीय व्यवसायातील लोकांनी आदर्श म्हणून मानले व पाळण्याचा यत्न केला. शारीरिक व्याधी बऱ्या करण्यासाठी काळजीपूर्वक आखणी केलेली एक संस्था त्याने स्थापन केली होती. त्याने शस्त्रक्रिया शाखेत तेव्हा अवलंबिलेल्या पद्धती जवळजवळ आधुनिक पद्धतींप्रमाणेच होत्या. त्याने सुरु केलेल्या पद्धतींचा अवलंब त्याच्या मृत्यूनंतर वैद्यकीय शाखेत जवळजवळ ४०० वर्षेपर्यंत केला गेला. त्यानंतर मात्र गालेन या शास्त्रज्ञाने वैद्यकक्षेत्रात नव्याने प्रस्थापित केलेल्या पद्धतींचा अवलंब करण्यास सुरुवात झाली.

प्राचीन पौर्वात्यांचे कार्य

“ शस्त्रक्रियाविद्येमध्ये सुश्रुत व औषधोपचारामध्ये ‘ चरक ’ ही भारतीय नावे महशूर आहेत. सुश्रुत इसवी सनाच्या सुरुवातीस व चरक इसवी सनापूर्वी चार पाचशे वर्षे होऊन गेले. भारतीय शस्त्रवैद्यांना मृत गर्भ बाहेर काढणे व मोडलेले हाड जुळविणे इत्यादी क्रिया माहिती होत्या. आयुर्वेदात काटे, सुया इत्यादी शस्त्रक्रियेच्या शंभराचेवर उपकरणांची माहिती आढळते. पाण्याच्या उपकारक गुणधर्माबद्दल आयुर्वेदात माहिती आहे. सोने-चांदी जाळून तयार केलेले अनुक्रमे सुवर्णभस्म व रजतभस्म रोगनाशक असतात हा शोध आयुर्वेदात आहे.

“ चीन देशात देखील चँग चिंग युंग या नावाचा एक नामांकित वैद्यकीय शास्त्रज्ञ होऊन गेला. इसवी सनापूर्वी सुमारे १७० वर्षे चीनमध्ये ‘ हुआ टो ’

या नावाचा जो थोर पुरुष होऊन गेला त्याचा युग हा समकालीन होता. त्याने लिहिलेला ज्वरवैद्यकावरील प्रबंध फार महत्त्वाचा असून त्याने ज्वरावर सुचवलेली अनुमाने व औपधे चिनी वैद्यकांत अद्यापदेखील प्रमाण मानली जात आहेत. चिनी वैद्यकाचा प्रसार अगदी प्राचीन काळापासून कोरिया, जपान इत्यादि देशांत झाला." गुलाबचंद म्हणाला.

"जीवशास्त्राचे वावतीत माझे असे ठाम मत होते की, प्रथम आपण प्राणीजगतातील घटनांचा सूक्ष्म अभ्यास केला पाहिजे; नंतर त्यामागील कार्यकारणसंबंध अभ्यासले पाहिजेत व त्यानंतर जीवांच्या पुढील पिढ्यांबद्दल विचार केला पाहिजे; यासाठी मी निरनिराळ्या जातींच्या प्राण्यांचे नमुने गोळा करून त्यांची तपशीलवार माहिती जमा करीत असे व त्यानंतर त्यांचे वर्गीकरण करीत असे." अॅरिस्टॉटल म्हणाला.

"काही दुर्मिळ जातींच्या प्राण्यांमधील वैशिष्ट्यांची तुमची निरीक्षणे खरोखरच महत्त्वाची असून त्यांना दुजोरा देण्याचे काम तुमच्यानंतर कित्येक शतकांनी होऊ शकले. यावावतीतली तुमची निरीक्षणशक्ती खरोखरच वाखाणण्यासारखी आहे यात शंका नाही. तुमच्यानंतर जीवशास्त्रात महत्त्वाचे संशोधन करणारे वैज्ञानिक म्हणजे ख्रिस्ती सनाच्या पहिल्या शतकात होऊन



व्हिसेलिअस

गेलेला रोमन् लेखक प्लिनी व दुसऱ्या शतकात होऊन गेलेला गालेन हे होत. मात्र गालेन याने वैद्यकाच्या शरीररचनाशाखेत व आरोग्य शास्त्रात ज्या

गोष्टी किंवा तत्त्वे मांडली ती सर्वस्वी सत्य व अखेरची होत, असे लोक मानू लागल्यामुळे या शाखेतील पुढील प्रगती त्यानंतर बराच कालपर्यंत, म्हणजे सुमारे १२०० वर्षेपर्यंत खुंटली. शेवटी पंधराव्या शतकाचे अखेरीस ब्रुसेल्स येथील संशोधक वेसेल व्हिसेलिअस् याने प्रत्यक्ष स्वतःच्या हातांनी शरीर-विच्छेदनाचे काम करण्याचा उपक्रम सुरू करून गालेनने या शाखेत मांडलेल्या काही चुकीच्या कल्पना उजेडात आणण्यास सुरुवात केली.

शल्यवैद्यांना त्या काली गालेन्च्या संशोधनातून निघालेले निष्कर्ष डोळे मिटून मान्य करण्याची इतकी सवय लागली होती की, वैद्यकीय महाविद्यालयातील विद्यार्थ्यांपुढे मृतशरीरविच्छेदन करण्यासाठी धंदेवाईक न्हावी ठेवलेले असत. एकीकडे न्हाव्याने शरीरविच्छेदन करावयाचे, दुसरीकडे शिक्षकाने गालेनच्या ग्रंथातील संबंधित उतारे वाचून दाखवावयाचे व तिसरीकडे त्याच्या मदतनांसाने चूक असले तरी विच्छेदन केलेल्या संबंधित भागांकडे बोट दाखवावयाची असा प्रकार चालू असे. परंतु व्हिसेलिअस्ने स्वतःच्या हातांनी मृत शरीराचे विच्छेदन करून व त्यातील भागांचे सूक्ष्म निरीक्षण करून गालेनचे म्हणणे जरूर पडेल तेथे चूक असलेले दाखविण्यास सुरुवात केली. १५४३ मध्ये व्हिसेलिअस्ने 'मानवी शरीराची रचना' या नावाचा एक नवा ग्रंथ लिहिला. पुरुषाच्या शरीरसांगाड्यात एक वरगडी कमी असते हे त्याच्या पूर्वीच्या संशोधकांचे म्हणणे चूक असल्याचे त्याने या ग्रंथात स्पष्टपणे दाखविले; तसेच मानवी शरीरातील कोणतेही हाड अविनाशी असत नाही. सर्व हाडांचा मृत्यूनंतर नाश होतोच असेहि त्याने प्रतिपादिले.

ही कल्पना ख्रिस्ती धर्मग्रंथातील कल्पनांचे विरुद्ध होती. कारण ख्रिस्ती धर्माप्रमाणे अशी कल्पना रूढ आहे की जगाच्या अंतकाली सर्व मृत माणसे जिवंत होऊन आपापल्या पापपुण्याचा जाब देण्यासाठी देवासमोर येतील. हे शक्य होण्यासाठी मानवी शरीरात निदान एक अमर व नाश न पावणारा भाग असलाच पाहिजे. गालेन्ने मांडलेल्या हाडांच्या अविनाशित्वाच्या कल्पनेशी व्हिसेलिअस्चे वरील मत जुळणारे नसल्यामुळे, व्हिसेलिअस्ला ख्रिस्ती धर्मग्रंथाचा रोष पत्करावा लागला. इतकेच नव्हे तर वरील अधार्मिक मत प्रतिपादन केल्याबद्दल पापक्षालनासाठी म्हणून त्याची रवानगी जेरुसलेमच्या तीर्थक्षेत्री झाली. बिचारा तीर्थयात्रेहून बोटीतून परत येत असला वाटेत

झालेल्या वाळ्यात सापडून बुडून मरण पावला. व्हिसेलिअस् म्हणजे आधुनिक वैद्यकशास्त्राचा जनकच होय. व्हिसेलिअस्च्या शिष्यांनी त्याच्या पश्चात त्याचे कार्य मोठ्या हिरीरीने पुढे चालू ठेवले.

वैद्यकीय संशोधकांनी पुढे आणलेल्या सत्य माहितीला धर्मपंथाकडून होणारा विरोध आता कमी होऊ लागला होता, कारण प्रत्यक्ष मनुष्याच्या जीवितार्थी या शास्त्राचा संबंध असल्यामुळे धन्वंतरींना त्यांच्या इच्छेप्रमाणे शरीरशास्त्रविषयक मते प्रकट करू देणे इष्ट आहे असा सूजासारखा विचार धर्मगुरूंनी केला. व्हिसेलिअस्च्या वैद्यकीय संशोधनाचा वारसा त्याच्या नंतरच्या काळात हार्वे या इंग्लिश शास्त्रज्ञाकडे आला. त्याने इटलीतील पाडुआ विद्यापीठात आपले संशोधनकार्य सुरू करून मानवी शरीरातील निरनिराळ्या अवयवांचे नक्की कार्य कोणते हे दाखवून दिले.

अध्ययुगात, शरीरातील रक्ताच्या कार्यपद्धतीविषयी जी रूढ कल्पना होती ती म्हणजे ते स्वतंत्रपणे शरीरातील धमन्यातून व नसातून मागेपुढे होत असते. या दोहोंमध्ये संबंध प्रस्थापित करण्याचे काम, हृदयातील एका पातळ पापुद्र्यावरील सूक्ष्म छिद्राकडून केले जाते असेहि त्याकाळी समजले जात होते. परंतु अशा छिद्राचे अस्तित्व कोणालाही सिद्ध करता आलेले नव्हते. हार्वेच्या संशोधनातील मुख्य व महत्त्वाचा भाग म्हणजे मानवी हृदयाकडून विशिष्ट कालात किती रक्त खेचले जाते व परत शरीरात सोडले जाते. याचे त्याने केलेले मोजमाप.

सर्वसामान्य म्हणजे ज्याची शक्ती दर ठोक्याला दोन ऑंस एवढी असते. अशा हृदयाकडून दर तासाला सर्व शरीराच्या वजनाच्या कितीतरी पट रक्त खेचले जात असले पाहिजे असे त्याने दाखविले. याचा अर्थ त्याने असा लावला की मानवी शरीरात रक्ताभिसरणाची एक विशिष्ट पद्धत अस्तित्वात असली पाहिजे व हार्वेने तिचीच तपासणी आणि तपशीलवार वर्णन करण्याचे कार्य केले. हृदय म्हणजे रक्त खेचून घेऊन ते शरीरात सर्वत्र फैलावणारे पंपिंगयंत्र होय. शरीरातील ज्या भागाला हे रक्त जरूर असेल त्या भागाला ते धमन्यांतून पोहोचवले जाते. तेथून ते नसातून परत हृदयाकडे येऊन मग फुफ्फुसाकडे जाते. तेथे त्यात हवा (प्राणवायू) मिसळली जाऊन ते शुद्ध होते व मग पुन्हा हृदयाकडून खेचले जाऊन धमन्यातून पाहिजे तिकडे पुरविले जाते. या

क्रियेतील तपशील त्याने स्पष्ट केला व नसांतील, रक्तमार्गातील झडपा कोठे व कशा असतात व या झडपांकडून रक्त वाहण्याच्या दिशेवर व वेगावर कसे नियंत्रण ठेवले जाते हेहि हार्वेने स्पष्ट केले. तसेच प्राण्यांच्या गर्भातील जीवांची वाढ कोणत्या पद्धतीने होते याचाही तपशील त्याने दिला. ज्याप्रमाणे व्हिसेलिअसला आधुनिक शरीर रचना-शास्त्राचा जनक म्हणून समजण्यात येते त्याप्रमाणे हार्वे हा आधुनिक इंद्रियविज्ञानशाखेचा जनक मानला जातो."

वनस्पती व प्राणी यांची वर्गवारी

"पण काहो, प्राणीशास्त्राप्रमाणे वनस्पतीशास्त्रातही आता खूपच वाढ झाली असेल नाही ? निरनिराळ्या प्राण्यांच्या विविध जाती, तसेच वनस्पतीचे प्रकार हे एकमेकांपासून अलग अलग ओळखता येऊन त्यांची गल्लत होऊ नये म्हणून तुमच्या शास्त्रज्ञांनी काय व्यवस्था केली आहे बरे ?" अँरिस्टॉटलने विचारले.

"अहो, त्यासाठी स्वीडिश शास्त्रज्ञ लिनॉं याने अठराव्या शतकात फारच मोठा खटाटोप केला. त्याने कोणत्याही जीवाचे नाव दोन भागात मांडण्याची पद्धत अवलंबिली. पहिला भाग तो जीव किंवा प्राणी ज्या सर्वसाधारण विभागात मोडतो त्या नावाचा असतो, व दुसरा भाग तो ज्या विशिष्ट जातीचा, वर्गाचा, प्रकाराचा असेल त्या नावाचा. हे करताना लॅटिन भाषेचा उपयोग करण्यात आला. लिनॉंने नामकरणाची वरील पद्धत सुचविताच, जीवांच्या वर्गवारीचा प्रश्न आपोआप पुढे येऊन निरनिराळ्या जातींच्या सजीवांची पद्धतशीरपणे मांडणी करून त्यांचे नामकरण झाले. अठराव्या शतकात जॉर्ज कुव्हीएर या फ्रेंच संशोधकाने सारख्या दिसणाऱ्या वनस्पती व प्राणी यांच्या शरीररचनेतील वैशिष्ट्यांचा अभ्यास केला; आणि आश्चर्याची गोष्ट अशी की, निरनिराळ्या जीवांचा अभ्यास करताना खुद्द तुम्ही जे तत्त्व गृहीत धरले होते. (म्हणजे कोणत्याही प्राण्याच्या शरीरातील हाडांच्या सांगाड्यातील भाग एकमेकांवर अवलंबून असतात) तेच तत्त्व कुव्हीएरनेहि गृहीत धरले होते; तसेच हा सांगाडा कोणत्या कार्यासाठी उपयोगात आणला. जाणार आहे त्यावर तो सांगाडा कोणते स्वरूप, आकार धारण करील हे अवलंबून असेल. उदाहरणार्थ पक्ष्याला हवेत उडावयाचे असल्यामुळे त्याच्या

शरीराचा पुढचा भाग पंखाप्रमाणे कार्य करण्यास योग्य ठरेल असाच असेल; तसेच उडण्याची क्रिया सोपी व्हावी म्हणून छातीच्या फासळ्या, गळ्यांची हाडे हीदेखील त्या कामास मदत करतील अशीच असतील. विचाट या दुसऱ्या एका संशोधकाने शरीरातील विशिष्ट अवयवाला कार्यान्वित करणाऱ्या भागांचे स्वरूप ठरविण्याचे कार्य केले.

शलाका उपपत्ती

“यानंतर एकोणिसाव्या शतकात श्लायडेन् व श्वान या दोन जर्मन शास्त्रज्ञांनी जीवशास्त्रातील महत्त्वाची म्हणून समजली जाणारी 'शलाका उपपत्ती' (सेल् थिअरी) जगासमोर मांडली. त्यासाठी त्यांनी प्रभावी सूक्ष्मदर्शक यंत्राचा उपयोग केला. या उपपत्तीप्रमाणे वनस्पती किंवा प्राणी यांचा कोणताहि भाग, अतिसूक्ष्म अशा शलाकेपासून बनलेला असतो व शलाका फक्त प्रभावी सूक्ष्मदर्शकातूनच दिसू शकतात. प्रत्येक शाला दुसरीपासून त्यामधील भितीमुळे अलग झालेली असते. ज्या भागाच्या शलाका असतील त्यावर त्यांचा आकार व व्याप अवलंबून असतो. स्नायूंच्या शलाका नसांच्या शलाकांपासून भिन्न आकाराच्या असतात. अगदी साद्या एक-शालीय जीव वगळल्यास वाकींच्या सर्व जीवांची सुरुवात एक स्त्री शाला व एक पुरुष शाला यांच्या एकीकरणाने होते. या एकत्रीकरणापासून एक सुफलित अंड-शाला तयार होऊन तिची विभागणी दोन, त्या दोहोंची चार, त्या चारांची आठ शलाका अशा पद्धतीने होऊ लागते. सुरुवातीला एकसारख्या भासणाऱ्या. या शलाका गर्भाची वाढ होऊ लागताच निरनिराळ्या अवयवांना प्रकट करावयास कारणीभूत होतात. प्रत्येक शालेमध्ये एक मध्यवर्ती केंद्र व त्या-भोवती जीवनद्रव्य (प्रोटोप्लाझम) अशी व्यवस्था असते. या जीवनद्रव्यात प्रथिने, चरबी, पिष्टमय घटक असे निरनिराळे पदार्थ निरनिराळ्या प्रमाणात अस्तित्वात असतात. १८८३ मध्ये व्हॅन वेनेडेन् या शास्त्रज्ञाने प्रभावी सूक्ष्मदर्शकाचे सहाय्याने असे दाखवून दिले की कोणत्याहि शालेतील मध्यवर्ती केंद्रामध्ये काठ्यांच्या आकाराचे रंगीत तुकडे (क्रोमोसोम्) असतात. निरनिराळ्या जातींच्या वनस्पती, प्राणी यांमधील शलाकांतील तुकड्यांची संख्या निरनिराळी असते. फक्त जननोपयोगी शलाकांमधील तुकड्यांची

संख्या नेहमीच्या तुकड्यांच्या संख्येच्या निम्मी असते. हे तुकडे एखाद्या मण्याच्या माळेसारखे असतात व त्यावरील मणी (जीन्) म्हणजे त्या जीवाचे गुणमणी होत. एका मण्यावरून त्या प्राण्याच्या डोळ्याचा रंग ठरेल तर दुसऱ्यावरून केशांचा कुरळेपणा, ताठपणा ठरेल. तेव्हा शलाकेतील हे तुकडे व त्यावरील गुणमणी म्हणजे त्या प्राण्यातील किंवा वनस्पतीतील आनुवंशिक गुणधर्म एका पिढीतून दुसऱ्या पिढीत नेणारे वाहक होत. अशा तऱ्हेने एकोणिसाव्या शतकात प्रभावी सूक्ष्मदर्शकासारख्या साधनाचा व विशिष्ट तंत्रांचा उपयोग करून आमच्या शास्त्रज्ञांनी जीवाची सुरुवात, वाढ इत्यादि कार्ये कशी घडून येतात या गोष्टींचा शोध लावला व त्यातील इतर तपशील गोळा करण्याचे कार्य अद्यापदेखील चालू ठेवले आहे ”

“ आमच्या काली सूक्ष्मदर्शकासारखी प्रभावी प्रयोगोपकरणे नसल्यामुळे जीवशास्त्राची वाढ खुंटली हेच खरे ! ” अॅरिस्टॉटल् खिन्न होऊन म्हणाला.

“ या शलाका उपपत्तीमधून आणखी एक अतिशय महत्त्वाचा शोध जन्माला येऊ शकला असे म्हणावे लागेल. तो शोध म्हणजे रोगवाहक जंतूंचा. १६८७ मध्ये ल्युवेन्होक या संशोधकाने अशा रोगवाहक सूक्ष्म जंतूंची माहिती प्रथम उजेडात आणली. त्यानंतर १८३७ मध्ये इटालियन् संशोधक बाटी याने असे सुचविले की रेशमांच्या किड्यांना जडणारा रोग, रोगट किड्यांकडून सुदृढ किड्यांकडे सूक्ष्म जीवजंतूंमार्फत पोहोचवला जातो. प्रत्येक संसर्गजन्य रोग सूक्ष्म जीवजंतूमुळे होतो असा सिद्धान्त १८४० मध्ये हेन्ले या संशोधकाने मांडला, परंतु या म्हणण्याला त्या काळी मिळावा तितका पाठिंबा मिळू शकला नाही.

जंतुशास्त्राचा जनक - लुई पाश्चर

“ जंतुशास्त्राच्या शाखेचा खराखुरा पाया फ्रेंच शास्त्रज्ञ लुई पाश्चर व शास्त्रज्ञ रॉबर्ट कॉख या दोघांनी १९ व्या शतकात घातला. विशिष्ट जंतूंचा शिरकाव शरीरात झाल्यामुळे रोग कसा जडतो हे दाखवून त्यांनी असे जंतू अलग करणे, त्यांची पैदास करणे इत्यादि कामे केली. इतकेच नव्हे तर अशा जंतूंपैकी कमकुवत शक्तीच्या जंतूंचा प्रवेश एखाद्याच्या शरीरात मुद्दाम करविला तर त्याच्या अंगात अशा रोगजंतूंना प्रतिकार करण्याची शक्ती निर्माण

होते व त्याला तो रोग सहसा जडत नाही अगर जडलाच तर त्या रोगामुळे त्याला मृत्यु येत नाही हे त्यांनी प्रयोगांती सिद्ध केले. ”



लुई पाश्चर

“ वा, वा ! फारच आश्चर्यकारक पण उपयुक्त शोध आहे हा. मग याचा अर्थ असाच ना की आधुनिक काळात संसर्गजन्य रोगांचे प्रमाण फारच कमी झाले आहे ? ” अँरिस्टॉटलने विचारले.

“ अर्थात् ! अहो, अशा रोगाची थोडी जरी चाहूल लागली तरी लागलीच सर्व लोकांना रोगप्रतिबंधक लस टोचावयाला सुरुवात होते. पाश्चरच्या संशोधनाचा फायदा वैद्यकीय शाखेला आणखी एका निराळ्याच तऱ्हेने झाला. पूर्वी शरीरावर शस्त्रक्रिया केल्यानंतर, शस्त्रक्रियेच्या जागेवरील जखम चिघळून, रोग्याचा मृत्यू हा जणू ठरलेलाच असे. कारण या जखमा का चिघळतात याची माहिती शस्त्रवैद्यांना बराच काल नव्हती. पाश्चरने असे दाखवून दिले की हवेत जे सूक्ष्म जीवजंतू असतात तेच शस्त्रक्रिया केलेल्या जागी बसून तेथील जखम चिघळवतात ही माहिती मिळताच लीस्टर या शस्त्रवैद्याने जखमा बांधण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या मलमपट्ट्यात कॅरबॉलिक अँसिड या जंतुनाशकाचा वापर सुरू केला. या त्याच्या क्रियेतच ‘ न चिघळणाऱ्या शस्त्रक्रिया ’ युगाची सुरुवात झाली असे म्हणता येईल व यशस्वी शस्त्रक्रिया त्याबरोबर शक्य कोटीत उतरल्या काँख या जर्मन संशोधकाने

क्षय व कॉलरा या संसर्गजन्य रोगांच्या जंतूंचा शोध लावला तर त्याचा शिष्य शांडिन याने गर्मीच्या रोगजंतूंचा शोध लावला.”

“ मला वाटते आमच्या कालात तुम्ही सांगितलेले हे इतके हरत-हेचे रोग नसतील अस्तित्वात ! पण हे रोग बरे करण्यासाठी काही खास औषधे शोधून काढली असतील की नाही तुमच्या शास्त्रज्ञांनी ?” अँरिस्टॉटलने विचारले.

“ हो, काढली आहेत तर ! जर्मन शास्त्रज्ञ पॉल एरलिख याने गर्मीच्या रोगजंतूंचा नाश करणारे औषध शोधून काढण्यासाठी ६०५ वेळा निरनिराळे प्रयोग व प्रयत्न केले. अखेर ६०६ व्या खेपेस त्याला ‘सॅल्व्हरसन’ हे या रोगावरील रामबाण औषध सापडले. काही ब्रिटिश शास्त्रज्ञांनी सल्फानोमाईड संयुगे तयार केली असून त्यांच्या सहाय्याने न्यूमोनिया, मेनिजायटिस आदि रोग पूर्ण बरे केले आहेत. याहिपेक्षा आश्चर्यकारक अशा पेनिसिलीन नामक संजीवनीचा शोध अगदी अलिकडे म्हणजे १९२९ साली ब्रिटिश जंतुशास्त्रज्ञ अलेक्झांडर फ्लेमिंग यांनी लावला. आता तर काय; साध्या मातीतून अशा संजीवनीची एक मालिकाच शोधून काढण्यात आमच्या शास्त्रज्ञांनी यश मिळविले आहे. त्यापैकी काहींची नावे स्ट्रेप्टोमायसीन, ऑरिओमायसीन, क्लोरोमायसीटीन, न्यूओमायसीन, एरिथ्रोमायसीन अशी आहेत.

नव्या उपचारपद्धतींचा शोध

“ या संजीवनीशिवाय रोगनिदानासाठी व निवारण्यासाठी चालू शतकात तसेच गेल्या शतकातील उत्तरार्धात, शास्त्रज्ञांनी खूपच नवी नवी साधने व उपचारपद्धती शोधून काढल्या आहेत. उदाहरणार्थ शरीरातील हाडे, फुफ्फुसे, आतडी यांची बाहेरून छयाचित्रे घेण्यासाठी ‘क्ष’ किरण नावाचे तीक्ष्ण किरण शोधून काढले आहेत. हृदयाचे कार्य फिल्मवर दाखविण्यासाठी कार्डिओग्रामासारखी यंत्रे शोधली आहेत. कृत्रिम श्वासोच्छ्वासाठी लोह-फुफ्फुसे तयार केली आहेत. अगदी अलिकडे ‘कॅट’ व ‘पॅट’ या नावाची शरीर तपासणी बाहेरून करता येणारी उत्कृष्ट साधने विसाव्या शतकातील शास्त्रज्ञांनी संगणकाच्या मदतीने शोधून काढली आहेत. मानवी हृदयावर शस्त्रक्रिया करण्याचे तंत्र शोधले आहे. अशा शस्त्रक्रिया करताना रोग्याच्या

शरीरातील रक्ताचा उपमा करण्यासाठी व त्याच्या शरीरात पुन्हा त्याचा फेलाव करण्याच्या कामासाठी कृत्रिम यांत्रिक हृदयेसुद्धा उपयोगात आणण्यास सुरुवात झाली आहे. काही द्रव्ये कृत्रिमपणे किरणोत्सारी करून त्यांचा उपयोग मानवी शरीरात सुरू असणाऱ्या हरतऱ्हेच्या क्रिया शरीराबाहेरून समजून घेण्यासाठी तसेच काही रोगांचे निवारण करण्यासाठी अलिकडे केला जात आहे. ”

“ काय आश्चर्य आहे पहा ! यःकश्चित् माती, पण तिच्यातून काय काय अमोल संजीवनी बाहेर काढल्या आहेत तुमच्या शास्त्रज्ञांनी ! नशिववान आहात बुवा तुम्ही आधुनिक कालातील लोक ! रोगाच्या निदानासाठी व निवारणासाठी किती भयथावत् व असंख्य सोयी तुम्हाला उपलब्ध आहेत बरे ! यामुळे तुम्ही आधुनिक माणसे आमच्या कालातील माणसांचे मानाने नक्कीच दीर्घायुषी, सुदृढ निरोगी असला पाहिजे. ” अॅरिस्टॉटलने आमच्याकडे निरखून पाहात म्हटले.

आम्ही सर्वजण मोठ्या अशिनानाने छाती फुगवून एकमेकांकडे पाहू लागलो. पण आमचा रंगाचारी धिस्किलपणे हसून म्हणाला, “ शरीरयष्टीने आम्ही आधुनिक कालातील माणसे तुमच्या कालातील माणसांपेक्षा जास्त कणखर, धिप्पाड, घष्टपुष्ट आहात असे काही तुमच्याकडे पाहिल्यावर आम्ही म्हणू शकणार नाही. पण आमची बौद्धिक प्रगती खूपच झाली आहे. आमची आयुर्मर्यादा देखील बरीच वाढलेली आहे हे नाकारता येणार नाही. पण त्यामुळे एक निराळीच आपत्ती आम्हावर ओढवू पाहात आहे. ती म्हणजे वाढती लोकसंख्या ! लवकरच पृथ्वीवरील राहण्यायोग्य जागा व उपलब्ध साधनसंपत्ती आमच्या वाढत्या लोकसंख्येला अपुरी पडेल अशी चिन्हे भावी कालात दिसू लागतील. ”

“ काही हरकत नाही तसे झाले तरी ! नाहीतरी तुम्ही लोक चंद्र-मंगळावर उड्डाण करण्याची तयारी करीत आहातच की आता ! आणखी एका गोष्टीची आठवण झाली. का हो, जीवशास्त्राचा अभ्यास करताना मी असे प्रतिपादन करीत होतो की सृष्टीतील हरतऱ्हेच्या सजीवात बऱ्याच गोष्टींमध्ये साधर्म्य असलेले आढळून येते. अशा सजीवांची मी पद्धतशीर मांडणी किंवा जुळणी केली व ती करताना एका साध्यासुध्या जीवाकडून दुसऱ्याकडे

जास्त प्रगतावस्थेतील जीवाकडे क्रमाने जात असता, शरीररचनेनील गुंता-गुंत वाढत जात असते असे स्पष्टपणे दाखविले होते. अर्थात उत्पत्तीशास्त्रा-वरील पुराण्या ग्रंथात काय किंवा बायबल सारख्या धर्मग्रंथात काय, असेच प्रतिपादिले होते की कोणत्याही वनस्पतीने किंवा प्राण्याने आपल्याच जातीच्या वनस्पती किंवा प्राणी खूप प्रमाणात निर्माण केलेले असतात." अरिस्टॉटलने आपले म्हणणे सांगून त्याला बायबलचा आधार दाखविला.

वनस्पती व प्राणी जगतातील बहुविध वैचित्र्य

"पण तुम्ही सांगितलेल्या ग्रंथांतील या प्रतिपादनाचा अर्थ असा होतो की वनस्पती किंवा प्राणीजगतात अस्तित्वात असणाऱ्या एकूण जातीची संख्या कायमची ठरलेली व ठराविक असली पाहिजे. मग या सृष्टीत एखाद्या प्राण्याच्या प्रत्यक्ष ज्या नानाविध जाती व प्रकार आढळून येतात त्यांचा खुलासा कसा करावयाचा ? फक्त या सर्व जातींचे पूर्वज एक असले पाहिजेत. या विधानाला मात्र तुम्ही मघाशी सांगितलेल्या ग्रंथांतील आधारांमुळे पृष्ठी मिळते इतकेच काय ते ! परंतु भूतकालामध्ये अस्तित्वात असलेल्या एखाद्या प्राण्याच्या अगर वनस्पतीच्या नानाविध जातींची माहिती गोळा होताच, कोणत्याही प्राण्याच्या जातीची किंवा प्रकारांची संख्या कायम व ठराविक असलीच पाहिजे हे वरील ग्रंथातील म्हणणे खोटे ठरते असा निष्कर्ष निघतो.

अठराव्या शतकात डॉ. इरॅस्मस् डार्विन (सुप्रसिद्ध उत्क्रांतिवादाचा जनक चार्ल्स डार्विन यांचा आजोबा) याने प्रथम असे सुचविले की एकाद्या कालात ज्या वनस्पती किंवा प्राणी आढळून येतात त्यांच्यामध्ये कालाच्या ओघा-बरोबर बदल घडून येत असावेत. ज्या कारणांमुळे हे बदल घडून येतात ती कारणेहि त्याने स्पष्ट केली. त्याचेनंतर फ्रेंच शास्त्रज्ञ लमार्क यांनी कित्येक वर्षांच्या अभ्यासानंतर असे स्पष्ट केले की कोणत्याही जीवाची सुध्दात अगदी साध्यासुध्या अवस्थेत होऊन अनुकूल परिस्थितीमुळे व कालौघाबरो-बर त्याचे निरनिराळे नमुने किंवा प्रकार तयार होत जातात. मृत जीवांची हाडे, कवचे इत्यादि स्वरूपात भूपृष्ठाखाली प्राण्यांचे अवशेष सापडतात. एके-काळी अस्तित्वात असलेल्या परंतु आता कोरड्या ठणठणीत पडलेल्या महा-सागरात अशा तऱ्हेचे जे अवशेष सापडू शकले त्यावरून हल्लीचे प्राणी, वन-

स्पती हे पूर्वी अगदी साध्या स्वरूपात अस्तित्वात असणाऱ्या प्राण्यांचे बदलते रूप धारण करणारे वंशजच होत असे सिद्ध होऊ शकले. जुन्या जुन्या नद्यांच्या तळाजवळील भाग उकरून, तसेच जुन्या गुहातील भू-भाग उकरून जलचरा-प्रमाणेच भूचरांचे बाबतीतदेखील वरील गोष्ट दाखविणे शक्य झाले. गर्भातील जीवाची जी निरनिराळ्या अवस्थातून वाढ होत जाते त्यावरूनहि हल्ली आढळून येणाऱ्या स्वरूपातील मनुष्याची उत्क्रांती अगदी प्राथमिक अवस्थेतूनच झाली असली पाहिजे हे स्पष्ट होते. ”

“ मग मनुष्याचा पूर्वज माकड म्हणून म्हणावा लागेल. परंतु माणसाला शेंपूट असलेली दिसून येत नाही हे कसे काय ? ” अँरिस्टॉटलने खोचकपणे विचारले.

“ पूर्ण वाढ न झालेल्या मानवी गर्भाच्या वाढीच्या निरनिराळ्या अवस्था तपासल्या तर ही शेंपूटी वाढीच्या बऱ्याच अवस्थांपर्यंत अस्तित्वात असलेली दिसते. काही बालकांना जन्मतःच अशी लहानशी शेंपूटी असलेली उदाहरणे अघूनमघून सापडतात. तसेच मानवी गर्भाच्या वाढीच्या काही अवस्थांत त्या गर्भाच्या डोक्याजवळ माशाचे श्वसनद्रिय जे कल्ले, त्या कल्ल्यांप्रमाणे दोन फटी असलेल्या आढळून येतात. यावरून असे स्पष्ट होते की पहिले भूचर म्हणजे पाण्यातील माशांचेच वंशज होत. तसेच जीवाची सुरुवात समुद्राच्या पाण्यातच झाली असावी असे दिसते. लमार्कचे म्हणणे असे की शरीराच्या ज्या अवयवांचा एकसारखा उपयोग होत गेला ते अवयव वाढीस लागले, विकसित झाले; उलट ज्या अवयवांचा उपयोग केला गेला नाही ते हळूहळू निकामी होऊन नामशेष झाले. शिवाय अशा तऱ्हेने शरीराच्या सांगाड्यात किंवा घडणीत जे बदल घडून येतात ते एका पिढीतून दुसऱ्या पिढीत उतरू शकतात. ” गुलाबचंद म्हणाला.

“ पण काय हो, तुमच्या लमार्कच्या या सिद्धांताला प्रत्यक्ष पुरावा आहे का काही ? ” अँरिस्टॉटलने विचारले.

“ असं पहा ! कित्येक पोलीस शिपायांची पावले इतरांपेक्षा जास्त सपाट व मोठी असलेली दिसतात. कित्येक लोहार किंवा घिसाड्यांच्या दंडाचे व मांडीचे स्नायू इतरांपेक्षा जास्त विकसित व कणखर बनलेले असतात. शहरवासियांची दृष्टि दूरची दृश्ये दिसण्याचे बाबतीत खेडूत किंवा खलाशांचे

मानाने खूपच कमकूवत असते. हा झाला लमार्कच्या पहिल्या विधानासाठी भिन्नगारा पुरावा. परंतु लमार्कच्या दुसऱ्या विधानाला म्हणजे शरीराच्या सांगाड्यात घडून येणारे बदल एका पिढीतून दुसऱ्या पिढीत उतरतात याला मात्र मुळीच पुरावा देता येत नाही. म्हणजे पोलिसाच्या मुलांची पावले इतर मुलांपेक्षा जास्त रूंद असली पाहिजेत या म्हणण्याला प्रत्यक्ष पुरावा देता येत नाही; पण या क्षेत्रातील महत्त्वाची व जवळजवळ सर्वमान्य ठरलेली उपपत्ती मांडण्याचे काम इंग्लिश संशोधक चार्ल्स डार्विन याने १८५९ साली केले.

चार्ल्स डार्विनचे उत्क्रांतितत्त्व

“ डार्विनच्या म्हणण्याप्रमाणे एकाच वर्गातील किंवा जातीतील दोन जीवांमध्ये भिन्नपणा असू शकतो. एकाच कुटुंबाच्या दोन पिलांत किंवा एकाच जातीच्या दोन आंब्याच्या झाडात फरक असतो हे आपण पाहतोच की ! डार्विनच्या उपपत्तीचे वैशिष्ट्य म्हणजे त्याने मांडलेले ‘ जो सभोवतालच्या परिस्थितीवर मात करेल तोच जगेल ’ हे तत्त्व होय. याचा प्रत्यक्ष पुरावा



चार्ल्स डार्विन

आपण नेहमी पाहतोच. भोवतालच्या प्रतिकूल परिस्थितीवर मात करू शकेल व आपल्या शत्रूच्या आडहानांना सामना देईल अशीच जात जगात तग धरून

राहील. दुर्बल नामशेष होईल. कोणत्याही जीवात वरील तत्त्वाला पोषक अशा ज्या विशिष्ट लकबी, सवयी असतील त्याच त्यांच्यापासून निर्माण होणाऱ्या पुढील पिढीत उतरतील. बाकीच्या उतरणार नाहीत असा डार्विनच्या सिद्धान्ताचा अर्थ आहे. प्राचीन काली शंभर फूट लांबीचे, जाड कातडीचे व जड पंजाचे सापासारखे प्राणी अस्तित्वात होते. परंतु आता ते नामशेष झाले आहेत. उलट लहान साप, की ज्यांच्या मेंदूचे त्यांच्या मांसल भागाशी प्रमाण पहिल्या जातीतील प्रमाणापेक्षा जास्त आहे असे मात्र तगून राहिले आहेत. डार्विनच्या उत्क्रांतितत्त्वातील तपशीलात मधून मधून भर घातली जात आहेच. डच वनस्पतीशास्त्रज्ञ डी व्हाय याने १९०० या साली असे दाखवून दिले की विशिष्ट जातीतील गुणधर्मांमध्ये होणारे बदल एकदम तडकाफडकी होऊन नवीन जात तयार होते. यापूर्वी म्हणजे एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात ऑस्ट्रेलियन धर्मगुरू ग्रेगॉर मेंडेल याने वाटाण्याच्या निरनिराळ्या जातींत संकर घडवून आणवून त्यात कसेकसे बदल होतात याचा अभ्यास केला व १८६७ मध्ये, एखाद्या जातीतील प्राण्याकडून अगर वनस्पतींकडून आनुवंशिक गुणधर्म संपादन करण्याचे कामी कोणत्या नियमांचे पालन केले जाते ते जाहीर केले. मेंडेलच्या नियमाप्रमाणे प्रमुख आनुवंशिक गुणधर्म पिढ्यापिढ्यांतून उतरविण्याचे काम जननासाठी जबाबदार असणाऱ्या पेशीतील क्रोमोसोम तुकड्यावरील जीन् हे लहान लहान गुणमणी करतात.” गुलाबचंद म्हणाला.

“अरे वा ! आधुनिक शास्त्रज्ञांनी अगदी थेट कोणत्याही जीवाच्या घडणकियेवर प्रकाश टाकला आहे म्हणायचा ! पण काही, कृत्रिम पद्धतीने प्रयोगशाळेत प्रयोगनलिकेत एखाद्या जीवाची निर्मिती करण्यात तुमच्या शास्त्रज्ञांनी अद्याप यश मिळविले आहे का ?” अँरिस्टॉटलने विचारले.

“हो, याचे कारण जीव म्हणजे कोणकोणत्या रसायनांचा संयोग किंवा एकत्रीकरण या गोष्टींचा शोध आमच्या शास्त्रज्ञांना अगदी अलिकडेच लागलेला आहे. फक्त जिवंत स्त्री व पुरुष यांची जीवबीजे काढून घेऊन त्या दोहोंचे सुफलित अंडबीज प्रयोगनलिकेत काही दिवस ठेवून त्याची वाढ करण्यात आधुनिक शास्त्रज्ञांनी अलिकडे अलिकडे यशही मिळविले आहे.” गुलाबचंद म्हणाला.

“ म्हणजे रसायनशास्त्रांत आधुनिक कालात झालेली वाढ, कृत्रिम पद्धतीने जीवांची निर्मिती करण्याचे बाबतीत तरी तोकडी पडत नाही असेच म्हणाना ! आंमच्या कालात शिशासारख्या हीन धातूचे रूपांतर सोन्यासारख्या श्रेष्ठ धातूत करणे म्हणजे जणू रसायनशास्त्र असे मानले जाई, हे मी मागे एकदा सांगितले आहेच. त्यामानाने पाहता आता रसायनशास्त्र खूपच प्रगत झाले असले पाहिजे यात शंका नाही ! ” ॲरिस्टॉटल् म्हणाला.

“ पण तुम्हांला बहुतरुण, जीव व जनन अभियांत्रिकी या जीवशास्त्राच्या दोन शाखात चालू म्हणजे विसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात, जी संशोधनाची घोडदौड चालू आहे त्याची कल्पना असणे शक्य नाही ती विचारात घेतल्यावर कृत्रिमपणे प्रयोगशाळेत प्रत्यक्ष जीव निर्माण करणे ही गोष्ट नजिकच्या भविष्यातच संशोधकांना शक्य होईल असे तुम्हीही म्हणाल ! मात्र ही गोष्ट मानवाचे दृष्टीने उपकारक ठरावी. विनाशकारक ठरू नये याबद्दल मनुष्याने जरूर ती खबरदारी घेतली पाहिजे हे उघड आहे. नाहीतर “ सोज्वलस्वरूपी गणपती करायला जावे आणि प्रत्यक्षात मात्र तयार व्हावे एक हिंस्र माकड ” असा प्रकार व्हायचा !

एकोणिसाव्या शतकात जर्मन शास्त्रज्ञ श्नायडेन आणि श्वान यांनी प्रत्येक सजीवाच्या संबंधात पेशिका (सेल्) उपपत्ती पुढे आणली. त्यांच्या म्हणण्याप्रमाणे सजीवाचा कोणताही अवयव अगर शरीरभाग हा अनेक सूक्ष्म पेशिकांपासून बनलेला असतो. अशा पेशिकांचा आकार व वळण सजीवाच्या शरीरातील ज्या भागात पेशिका असतील त्यावर अवलंबून असतो. पेशिका अत्यंत सूक्ष्म आकाराची असल्यामुळे अतिशय प्रभावी सूक्ष्मदर्शकातूनच ती आपल्या डोळ्यांना दिसू शकते. प्राथमिक स्वरूपाचा एकपेशीय सजीव वगळल्यास बाकी सर्व सजीव स्त्री पेशिका व पुरुष पेशिका यांच्या संयोगातून अस्तित्वात येतात. स्त्री पेशिका व पुरुष पेशिका यांचा संयोग घडून येताच त्यातून एक फलित अंडपेशिका तयार होते. त्या अंडपेशिकेचे प्रथम दोन भाग होतात. या दोन भागांचे ४ भाग होतात. या चार भागांचे त्यानंतर ८ भाग होतात. पेशिका विभाजनामुळे तयार होणाऱ्या भागापासून सदर सजीवाचे निरनिराळे शरीरभाग व अवयव तयार होतात.

मानवी शरीरातील पेशिकेचे पृथःकरण करताच संशोधकांना असे आढळून

आले की प्रत्येक पेशिकेत एक मध्यवर्ती केंद्र (न्यूक्लियस) असून त्यासभोवती द्रवस्वरूपातील जीवनद्रव्य (प्रोटोप्लाझम) असते. या जीवनद्रव्यात वेगवेगळ्या प्रमाणात प्रथिने, चरबी, कार्बोहायड्रेट इत्यादी पोषक घटक असतात. पेशिके-पासून केंद्र अलग काढून त्याची तपासणी करताच संशोधकांना असे समजून आले की पेशिका केंद्रात लहान काट्याच्या रूपात रंगीत तुकडे असून या तुकड्यांवर मण्याच्या (जीन) आकाराचे सूक्ष्म ठिपके असतात. अशा मण्यांवरून सदर अवयवांची वैशिष्ट्ये दाखविली जातात. (उ. रंग, मऊपणा, कणखरपणा इ.) पेशिका केंद्रातील रंगीत तुकड्यांवरील मण्यांची संख्या मनुष्याचे बाबतीत २० ते ९० हजार इतकी असावी. रंगीत तुकडे व त्यावरील मणी हे मानवी वैशिष्ट्ये, गुणधर्म इत्यादी एका पिढीतून दुसऱ्या पिढीत पोहोचते करण्याचे काम करतात. रंगीत तुकड्यांवरील मण्यात काही वेळा अगदी तडकाफडकी परिवर्तन (म्यूटेशन) घडून येते आणि त्याबरोबर सदर सजीवाच्या भावी पिढ्यांत, पूर्वी पाहावयास न मिळालेले, पण अजिवात नवीन गुणधर्म प्रकार होतात.

गुणसूत्रात (मण्यात) अशा प्रकारचे परिवर्तन घडवून आणण्याचे काम किरणोत्सारी मूलद्रव्यातून आपोआप बाहेर पडणाऱ्या किरणाकडून, 'क्ष' किरणांकडून, जालीम वैश्वकिरणाकडून (कॉस्मिक रेज) होत असते. ही गोष्ट म्यूलर नावाच्या जर्मन संशोधकाने दाखवून दिली. मानवी गुणसूत्रात तडकाफडकी बदल झाल्यास त्यांचे मानवी जीवनावर वेडेवाकडे गंभीर परिणाम होतात. गुणसूत्रातील परिवर्तनाची एकूण संख्या तसे पाहिल्यास अत्यल्प असते. १८६९ मध्ये ऑस्ट्रियन संन्यासी ग्रेगॉर मेंडेल याने चर्च सभोवतालच्या जमिनीत लावलेल्या घेवडा, वाल यांच्यावर प्रयोग करून पिढ्यापिढ्यातून प्रकट होणाऱ्या अनुवंशिक गुणधर्मासंबंधीचे निश्चित नियम शोधून काढले.

रासायनिक तत्त्वांचा उपयोग करून कोणत्याही पेशिकाकेंद्रातील क्रोमोसोम रंगीत तुकड्यांवर अस्तित्वात असणारे गुणमणी कृत्रिमरित्या प्रयोगशाळेत बनविता आले तर विशिष्ट गुणधर्म असणारे सजीव प्रयोगशाळेत तयार करणे शक्य होईल हे उघड आहे. वेडेपणा, अपस्मार, मधुमेह, कुष्ठरोग इत्यादी अनुवंशिक रोगांचे जगातून उच्चाटन करणे व अशा रोगांचा शिरकाव पिढ्यापिढ्यातून तसाच पुढे होत राहणे त्यामुळे आता बंद पाडता

येईल हे उघड आहे. अमेरिकेतील विस्कॉन्सीन विद्यापीठात संशोधन करणारे भारतीय संशोधक डॉ. हरगोविंद खोराना यांनी गुणसूत्रांची रासायनिक घटना शोधून काढण्याचे काम केले. पेशिकाकेंद्र फॉस्फरस युक्त द्रव्याचे बनलेले असते. हे फॉस्फरसयुक्त संयुग प्रथिनापेक्षा वेगळे असते. पेशिकाकेंद्रातील फॉस्फरसयुक्त घटकाला संशोधकांनी 'न्यूक्लिडन्' असे नाव दिले. 'न्यूक्लिडन्' अम्लधर्मी आहे. यीस्ट हे द्रव्य, वनस्पतीजन्य आहे. यीस्टच्या पेशिकेतून न्यूक्लिडन्क आम्ल अलग करताच ते आम्ल व प्राणिजन्य पेशिकेतील न्यूक्लिडन्क आम्ल या दोहोंमध्ये फरक असल्याचे आढळून आले.

यीस्टच्या न्यूक्लिडन्क आम्लात रायबोजसारख्या साखरेचे कण असतात. उलट प्राणिजन्य पेशिकेच्या आम्लात रायबोज साखरेचे जे कण असतात त्यामध्ये एक ऑक्सिजन अणु कमी असतो. त्यामुळे प्राणिजन्य पेशिकेतील साखर संयुगाला डी. ऑक्सी रायबोज न्यूक्लिडन्क आम्ल (डी. एन्. ओ) असे म्हणतात. वनस्पतीजन्य यीस्ट पेशिकेतील आम्लाला रायबोज न्यूक्लिडन्क आम्ल (आर. एन. ओ.) असे म्हणतात. डी. एन. ओ. हे शर्कराद्रव्य पेशिकाकेंद्रात असणाऱ्या रंगसूत्रात असते व सर्व पेशिकांमध्ये त्याचे प्रमाण जास्त असते. आर. एन. ओ. हे द्रव्यदेखील रंगसूत्रात थोड्याफार प्रमाणात आढळतेच. मनुष्यप्राण्याचे अनुवंशिक गुण त्याच्या नंतरच्या पिढ्यापिढ्यातून पोहोचते करण्याचे काम गुणसूत्रातील डी. एन. ए. घटक करतात. आधुनिक काळातील संशोधकांनी काही वित्तंचकांच्या (अन्साइम) मदतीने आर. एन. ओ. व डी. एन. ए. यांची निर्मिती कृत्रिमपणे प्रयोगशाळेत करून दाखविली आहे. तसेच प्रयोग नलिकेत वरील दोन्ही द्रव्यांचे (डी. एन. ए. व आर. एन. ए.) पुनरुत्पादन चालू ठेवण्यातही शास्त्रज्ञांनी यश मिळविले आहे. या तंत्राची मदत घेऊन आधुनिक शास्त्रज्ञांना मागे उल्लेखिल्याप्रमाणे वेडेपणा, अपस्मार, मधुमेह, कुष्ठरोग इत्यादी अनुवंशिक ठरणान्या रोगांना पायबंद घालणे, लवकरच शक्य होणार आहे. रासायनिक संप्रेरकांचे (हार्मोन) सहाय्याने एकाद्या गुणसूत्राचा हवा तो निरामय व सुदृढ भाग काढून त्याचे कलम दुसऱ्या गुणसूत्रावर करण्याचे काम यशस्वी करणे आमच्या आधुनिक शास्त्रज्ञांना शक्य झालेले आहे. या क्रियेतून आपल्याला हव्या त्या गुणधर्माचे जिवाणु कृत्रिमपणे तयार करणे शक्य होईल.

याच्याच पुढची पायरी म्हणजे प्रयोगशाळेत कृत्रिमपणे प्रत्यक्ष मनुष्याची निर्मिती करणे ही होय. या तंत्राचा अवलंब करून कोहेन व बाँयर या अमेरिकन संशोधकांनी प्रयोगशाळेत असे सूक्ष्म जंतू प्रत्यक्ष तयार केले की जे पाण्यात जगून राहू शकतात व पाण्यावर सांडणारे तेल खाऊन पाणी स्वच्छ करतात. तेलामुळे पाण्याचे होणारे प्रदूषण या जंतूकडून थोपवून धरले जाते. सजीवाच्या पेशिका केंद्रातील गुणसूत्रावर नियंत्रण घालण्यासाठी त्यामध्ये आपल्या मर्जीप्रमाणे प्रयोगशाळेत नव्या उपयुक्त डी. एन. अ. ची भर घालणे अन्तर अनिष्ट डी. अ. एन. अ. काढून टाकणे या गोष्टी आधुनिक शास्त्रज्ञांनी आता सत्यसृष्टीत उत्तरवल्या आहेत. मानवी शरीरातील आतड्यात सदैव अस्तित्वात असणाऱ्या ई. कोलाय या नावाच्या सूक्ष्म जंतूवर, शास्त्रज्ञांनी आपल्या प्रयोगशाळेत केलेल्या प्रयोगामुळे डी. एन. ए. या घटकाचा तपशीलवार अभ्यास करणे शक्य झाले.”

फुलचंदने सांगितलेली वरील माहिती ऐकल्यामुळे अँरिस्टॉटल अगदी अवाक् झाला. काही वेळाने आपल्या विचारतंद्रीतून भानावर आल्यावर तो म्हणाला, “ मग तुम्ही पाचही जण अशाच पद्धतीचा अवलंब करून शास्त्रज्ञांच्या प्रयोगशाळेत जन्माला घातलेली माणसे तर नव्हेत ना ? ”

“ छे, छे, प्रयोगशाळेत जन्माला घालण्यात येणारी माणसे सर्रास सर्वत्र वावरू लागण्यासाठी अद्याप निदान २०-२५ वर्षे तरी लोटावी लागतील. सध्या तुम्हांला आमच्या शास्त्रज्ञांनी प्रयोगशाळेत प्रयोगनलिकेत कृत्रिमपणे जन्माला घातलेल्या काही नलिका बालिका (टेस्टट्यूब बेबी) मात्र दाखविता येतील.” गुलाबचंदने आपल्या शास्त्रातील चालू घडामोडींची अँरिस्टॉटलला कल्पना येण्यासाठी नलिका बालिकेच्या निर्मितीचा मुद्दा अँरिस्टॉटलपुढे मांडला.

“ काय, प्रयोगनलिकेत आधुनिक जीवशास्त्रज्ञांनी बालके जन्माला घातली आहेत ? एक एक एकावे ते नवलच ! सांगा तरी तुमच्या या आधुनिक विश्वामित्रांनी काय चमत्कार केला आहे ते ? ” अँरिस्टॉटलने मोठ्या कुतुहलाने प्रश्न केला.

“ अहो, २८ जुलै १९७८ या दिवशी इंग्लिश संशोधक रॉबर्ट अेडवर्ड्स व पॅट्री स्टेटो यांनी आपल्या प्रयोगशाळेत पहिली कन्या जन्माला घातली.

तिचे नाव लेस्ली ब्राऊन. जन्मसमयी तिचे वजन ५ पौंड व १२ औंस इतके होते. त्यानंतर म्हणजे १९७९ साली खुद्द आमचे भारतात डॉ. भट्टाचार्य या शास्त्रज्ञांनी कलकत्याला दुर्गा आगरवाल या नावाची दुसरी नलिका कन्या जन्माला घातली. त्यानंतर म्हणजे ३१ डिसेंबर १९८१ रोजी अमेरिकन संशोधकांनी आपल्या देशात एक नलिका बालकाला जन्माला घातले. आतापर्यंत सर्व जगात सुमारे ५७ स्त्रियांनी एकूण ५९ नलिका बालिकांना जन्म दिलेला आहे यामध्ये दोनदा दोन जुळीही जन्माला आली. प्रयोगनलिकेत बालकाला जन्माला घालण्याची कल्पना एका स्त्रीच्या मातृत्व प्राप्त होण्याच्या आत्यंतिक व्यथेपोटी मूर्त स्वरूप धारण करू शकली. सदर स्त्रीच्या गर्भाशयाला जोडणाऱ्या फॅलोपिन नळ्यातील अडथळ्यामुळे त्यांची नाकेबंदी झाली होती. प्रत्येक स्त्रीला आपल्या पतीपासून नैसर्गिकरित्या किंवा कृत्रिमरित्या मूल मिळविण्याचा हक्क आहे हे सांगावयास नकोच." गुलाबचंदने उत्तर दिले.

"पण रगत नऊ महिनेपर्यंत प्रयोगनलिकेत कृत्रिमरित्या गर्भाची वाढ करणे अत्यंत अवघड असले पाहिजे नाही का?" अॅरिस्टॉटल म्हणाला.

"छे, छे, सतत नऊ महिनेपर्यंत प्रयोगनलिकेत गर्भाची वाढ करावी लागत नाही स्त्रीच्या मासिक पाळीनंतर योग्य वेळ साधून तिच्या शरीरातून स्त्रीबीज काढून त्याचे फलन अगोदरच शीतकपाटात साठा करून ठेवलेल्या पुरुष बीजाबरोबर प्रयोगनलिकेत घडवून आणण्यात येते. या तयार होणाऱ्या गर्भाची वाढ या प्रयोगनलिकेत फक्त २।३ दिवस केली जाते. त्यासाठी जरूर त्या पोषक द्रव्यांचे मिश्रण याच प्रयोग नलिकेत घालून ठेवलेले असते. दोन तीन दिवसानंतर हा गर्भ सुईवाटे त्या स्त्रीच्या गर्भाशयात नेऊन सोडला जातो व त्याची नऊ महिनेपर्यंत संपूर्ण वाढ होऊ दिली जाते.

नऊ महिन्यांनंतर सदर स्त्रीच्या पोटातून सिझेरिन् शस्त्रक्रिया करून मूल बाहेर काढले जाते. अर्थात बाहेरून गर्भाशयात सोडलेला गर्भ बऱ्याच वेळा स्त्रीचे शरीर बाहेर टाकून देते व पूर्ण वाढीचे मूल मिळू शकत नाही. कित्येक वेळा प्रयोगनलिकेत सुफलित झालेला गर्भ संबंधित स्त्रीच्या गर्भाशयातही दोष असल्यामुळे दुसऱ्या एखाद्या निरोगी गर्भाशयाच्या स्त्रीचे गर्भाशयात तिच्या संमतीने वाढविला जातो व योग्य वेळी शस्त्रक्रिया करून बालकाला जन्माला घालता येते. म्हणजे अशा बालकासाठी स्त्रीबीज पुरविणारी

आई व आपल्या गर्भाशयात फलित बीजाची नऊ महिने वाढ करून मुलाला जन्म देणारी आई या दोन्ही भिन्न असतात. भरपूर पैसा घेऊन स्वतःचा गर्भाशय दुसऱ्या स्त्रीच्या गर्भाची वाढ करण्यासाठी जणू काही नऊ महिने भाड्यानेच देणाऱ्या स्त्रियांचा वर्ग तयार होत आहे असे म्हणाना !” गुलाब-चंद म्हणाला.

“ काही वेळा आपल्याला सर्वोत्कृष्ट, हुषार गुणी मुलाचा लाभ व्हावा म्हणून एखादी स्त्री आपल्या पतीच्या पुरुषबीजाऐवजी एखाद्या अत्यंत हुषार, नामांकित पुरुषाचे बीजही विकत घेऊन त्याच्याशी प्रयोगनलिकेत आपल्या बीजाशी फलन घडवून आणून ते अन्य निरोगी स्त्रीच्या गर्भाशयात वाढवू शकेल व मूल जन्मल्यानंतर योग्य काळी उघड मनाने ते आपले मूल म्हणून सर्वांना सांगू शकेल नाही का ?” अॅरिटाँटल म्हणाला.

“ होय तर ! आधुनिक कालात उदयास आलेल्या वर वर्णिलेल्या नलिका बालके जनन अभियांत्रिकी इत्यादी तंत्रांमुळे आजपर्यंत चालत आलेल्या जीव-निर्मिती विषयक पारंपारिक कल्पना, त्यांचे पावित्र्य इत्यादी सर्व धुळीस मिळविण्याच्या वाटेवर आहेत. तसेच त्यामुळे विवाह संस्थेमागील स्त्री-पुरुष एकनिष्ठतेच्या कल्पनेचे उच्चाटनही होऊ शकेल. नलिका बालक निर्मिती, जनन अभियांत्रिकी इत्यादींमुळे. अपसामान्य (अॅबनॉर्मल) अत्यंत विद्रूप इत्यादी-सारखे जीव जन्माला येण्याची भीतीही भविष्यात नाकारता येणार नाही.

या पृथ्वीतलावर प्रकट झाल्यानंतर कदाचित तृप्त कानावर आलेले असेलही की आयच्या आधुनिक शास्त्रज्ञांनी मानवी शरीरातील हृदय, मूत्र-पिंड, नेत्र (आणि लवकरच लिव्हरही) इत्यादी निरनिराळ्या अवयवांचे रोपण जुन्या रोगट अवयवांचे जागी करण्याचे काम सर्रास सुरू केलेले आहे. बेडकाच्या एका पेशिकेतून कृत्रिमपणे हुबेहूब तसाच दुसरा बेडूक निर्माण करणे (क्लोनिंग), वनस्पतीच्या एका पेशिकेतून कृत्रिमपणे अगदी हुबेहूब तशीच वनस्पती बनविणे इत्यादी गोष्टी आधुनिक संशोधकांनी प्रत्यक्षपणे सत्यसृष्टीत उतरून दाखविल्या आहेत.

या संबन्धातली यापुढची पायरी म्हणजे प्रयोगशाळेत कृत्रिमपणे एका माणसासारखा हुबेहूब तसाच दुसरा मनुष्य बनविणे ही होय. जीवशास्त्रातील सध्या वेगाने सुरू असलेल्या प्रगतीकडे पाहिल्यास ही गोष्ट शास्त्रज्ञांच्या

आवाक्यात आलेली आहे असे म्हणावे लागेल. याचा अर्थ असा की आजवर फक्त निसर्गाच्या हातात असलेली सजीवांच्या निर्मितीची शक्ती मनुष्य लवकरच आपल्या हातात आणू पाहात आहे. असे घडताच सजीवांच्या निर्मितीविषयी आपल्या मनात ज्या पारंपारिक कल्पना हजारो वर्षांपासून मूळ धरून दृढ झाल्या होत्या, त्या आता कालबाह्य ठरण्याच्या मार्गावर आहेत.”

“ खरं आहे बुवा तुमचं हे म्हणणं. तुमचे आधुनिक शास्त्रज्ञ, आपल्या कल्पनांनुसार व गरजांनुसार प्रयोगशाळेत कृत्रिमपणे हव्या त्या गुणावगुणांच्या स्वरूपाच्या माणसांच्या पलटणीच्या पलटणी तयार करण्याच्या प्रयत्नात गढून गेलेले आहेत यात शंकाच नाही. पुराणातील विश्वामित्राप्रमाणे ते आपल्या इच्छेनुसार अजिबात नवी मनुष्यसृष्टी निर्माण करण्याच्या प्रयत्नात आहेत असे दिसते.” अॅरिस्टॉटल जरा नाराज होऊनच म्हणाला.

3

रसायनशास्त्रातील प्रगती

आता पाळी आली आमच्या अमृतरावाची ! कारण तो रसायनशास्त्रज्ञ होता. रसायनशास्त्रात झालेल्या प्रगतीचा घोषवारा अॅरिस्टॉटलला समजून सांगणे हे काम त्याचेच ! त्याप्रमाणे तो पुढे सरसावला व म्हणाला, “ रसायनशास्त्राबाबत तुमच्या काळी काय परिस्थिती होती हे तुम्ही मगाशी गुर्लाब-चंदबरोबर बोलताना अगदी एकाच वाक्यात सांगितले.”

भारतीय रसायनशास्त्रज्ञ सिद्ध नागार्जुन

आमच्या भारतात, प्राचीन काळी सिद्ध नागार्जुन हा किमयागार रसायनशास्त्रज्ञ होऊन गेला. त्याने ‘ रसरत्नाकर ’ हा ग्रंथ लिहिला. त्याच्या ‘ काव्यपुटतंत्रम ’ या प्राचीन ग्रंथात भारतीय रसायन शास्त्रातील क्रियांची माहिती सापडते. या ग्रंथात गुप्तमंत्र, जादूक्रिया, किमया, मोहिनीमंत्र इत्यादीबद्दलची माहितीही सापडते. त्यामधील काही श्लोकांत गंधक, पारा, धतुरा, सोने, तांबे यांपासून तयार केल्या जाणाऱ्या रासायनिक संयुगांची माहिती आहे व त्यांचे

उपयोगही वर्णिले आहेत. गंधकाच्या घुराने रंगीत फुलांचे रंग बदलता येतात, सोने व रूपे शुद्ध करण्यासाठी क्षार व वाळू यांचे मिश्रण वापरावे इत्यादी-सारख्या क्रिया वरील ग्रंथात नागार्जुनाने दिल्या आहेत. तसे पाहिल्यास रसायनविद्या म्हणजे शास्त्राची एक स्वतंत्र शाखा होय अशी कल्पना ख्रिस्ती सनाच्या पहिल्या शतकात, अलेक्झांड्रियात रोमन साम्राज्याचा अंमल सुरू झाला त्या वेळेस रूढ झाली. या शाखेवरचे ग्रीक भाषेतील त्या काळातील लिखाण तपासल्यावर असे दिसून येते की, निरनिराळ्या महत्त्वाच्या रासायनिक क्रियांची माहिती, त्यासाठी लागणारी उपकरणे, यांच्या रेखाकृती व वर्णने त्यात नोंदविलेली आहेत. उर्ध्वपातन, विलयन, गाळण, वितरण, एकीकरण इत्यादि क्रियांची वर्णने अशा लिखाणात आहेत. जस्त, कथील, पारा ह्या धातूंची माहिती त्यात आहे. गंधक व अर्सेनिक यांची संयुगे त्यात दिली आहेत. प्रत्येक धातू आकाशातील कोणत्यातरी एका ग्रहाचा अंश असून तो त्या ग्रहाचे अंमलाखाली असतो असा त्यात उल्लेख आहे.

अरब रसायनतज्ञ

यानंतर म्हणजे ख्रिस्तीसनाच्या सातव्या शतकापासून तो बाराव्या शतका-न्यंतच्या कालातील अरबांनी रासायनिक क्रियांचे सहाय्याने एका धातूचे रूपांतर दुसऱ्या धातूत घडवून आणता येणे शक्य आहे ही सुरुवातीची कल्पना गृहित धरून त्यादृष्टीने प्रयत्न सुरू ठेवले. त्याचा फायदा अर्थातच काही नवे रासायनिक पदार्थ उजेडात आणण्यासाठी, तसेच पूर्वी अस्तित्वात असणाऱ्या रसायनांची अधिक माहिती मिळविण्यासाठी होऊ शकते. आठव्या शतकाच्या अखेरीला बगदाद येथे राज्य करीत असलेला खलीफा हरून-अल-रशीद त्याचे पदरी जबीर इब्न हयान या नावाचा एक विख्यात रसायनतज्ञ होता. त्याने गंधक व पारा म्हणजेच तुम्ही तुमच्या काली गृहित धरलेल्या अदृश्य शक्ती (स्फिरिट्स्) होत असे दाखवून दिले मात्र वरील धातूंचे मदतीने हीन धातूंचे रूपांतर सोन्यात करणे शक्य होणार नाही असेच त्यानेही प्रयोगांती स्पष्ट केले. ख्रिस्तीसनाच्या दहाव्या शतकात होऊन गेलेल्या इब्न सिना या प्रसिद्ध रसायनशास्त्रज्ञाने तर वरील प्रयत्न म्हणजे निव्वळ खुळेपणा होय असे त्या-नंतर जोराने प्रतिपादन केले. परंतु पुढेदेखील जवळ जवळ ५ ते ६ शतकेपर्यंत

हीन घातूंचे रूपांतर सोन्यात घडविता येणे शक्य आहे असेच संशोधकांना व सर्वसाधारण मनुष्याला वाटत असल्यामुळे रसायन शाखेतील संशोधन मुख्यतः त्याच दिशेने चालत असे." अमृतराव म्हणाला.

"मग खरोखरीच ही क्रिया घडवून आणणे शक्य नाही का? तुमचे आधुनिक शास्त्रज्ञ या बाबतीत काय म्हणतात?" अॅरिस्टॉटलने प्रश्न केला.

मूलद्रव्यांचे रूपांतर शक्य कोटीत आणले

"आमच्या शास्त्रज्ञांनी गेल्या ७५ वर्षांत अणुसंबंधी जे संशोधन केले आहे, त्यावरून असे स्पष्ट होते की, रासायनिक पद्धतीने एका मूलद्रव्याचे रूपांतर दुसऱ्या मूलद्रव्यात होणे शक्य नाही. परंतु जर आपण एखाद्या मूलद्रव्याच्या थेट अणुकेंद्र रचनेतच बदल घडवून आणले तर मात्र तसे करणे शक्य होईल. अशा पद्धतीनुसार प्रयोग करून अमेरिकन शास्त्रज्ञांनी अलिकडे पाऱ्याचे रूपांतर सोन्यामध्ये केले आहे. परंतु हा खटाटोप करण्यासाठी जेवढा पैसा, श्रम, शक्ती खर्च होतात, त्यांचा विचार केल्यास, सरळ बाजारात जाऊन सोने विकत घेणे केव्हाही स्वस्त व सोपेच ठरेल असेच कोणालाही वाटेल." अमृतराव म्हणाला.

"म्हणजे तुमच्या शास्त्रज्ञांनी निव्वळ प्रयोगदाखल पाऱ्याचे रूपांतर सोन्यात घडवून आणले आहे म्हणा ना! व्यवहारदृष्ट्या हे कार्य तोट्याचे ठरेल असेच ना?" अॅरिस्टॉटल म्हणाला.

"हो अगदी बरोबर! मघाशी सांगितल्याप्रमाणे हीन घातूंचे रूपांतर सोन्यात करता येणे शक्य आहे ही कल्पना सोळाव्या ते सतराव्या शतकापर्यंत जगातील वेऱ्याच संशोधकांना मान्य होती. सतराव्या शतकाच्या मध्याला इंग्लिश संशोधक रॉबर्ट बॉईल याने रसायनशास्त्रावर लिहिलेल्या आपल्या ग्रंथात आधुनिक कालात प्रत्यक्षपणे उघडकीस आलेल्या निरनिराळ्या मूलद्रव्यांची कल्पना प्रथम जगासमोर मांडून अशा मूलद्रव्यांचे एकमेकांत रूपांतर घडवून आणणे शक्य होणार नाही असे सुचविले. पण असे रूपांतर आधुनिक वैज्ञानिकांनी शक्य करून दाखविले.

ज्वलनक्रियेचे स्वरूप

याच शतकात व्हॅन हेलमांट या शास्त्रज्ञाने वायूमध्ये निरान राळ्या जाती

असून असे वायू जमा करण्याच्या काही पद्धती शोधून काढल्या. 'अग्नि व त्याचे स्वरूप' या प्रश्नावद्दल पूर्वीच्या कालातील काही संशोधकांना कुतूहल आणि जिज्ञासा होती. लिओनार्दो दा विहन्सी याने स्पष्टपणे असे मत मांडले होते की, ज्वलनाच्या क्रियेत हवा भाग घेत असली पाहिजे. १५५३ मध्ये कार्डनॉस या संशोधकाने असे दाखवून दिले की, जस्त किंवा शिसे ही जाळली असता जो पदार्थ मिळतो त्यांचे वजन मूळ घातूपेक्षा जास्त असते. १६३० मध्ये जीन रे या फ्रेंच संशोधकाने याचा अर्थ असा लावला की वजनातील ही वाढ, ज्वलनाच्या क्रियेत भाग घेणाऱ्या हवेमुळे दिसून येत असली पाहिजे. ज्वलनासाठी तसेच प्राण्यांच्या श्वसनासाठी हवेतील एका घटकाची जरूरी असते हे लवकरच दाखविले गेले. वैद्यक व रसायनशास्त्र यांचे साहचर्य नेहमीच असलेले दिसून येईल. ऑक्सफर्ड येथील रसायनशास्त्रज्ञ मेयो याने १६७४ मध्ये मनुष्याच्या शरीरातील घमन्यामधील ताजे रक्त, निर्वात जागेत विशिष्ट वायू कसा बाहेर टाकते व नसातील रक्त तो कसा टाकित नाही हे दाखवून दिले. परंतु हवेतील एक घटक जो प्राणवायू तो प्रयोगशाळेत तयार करणे मेयोला शक्य न झाल्यामुळे ज्वलनाची किंवा श्वासोच्छ्वासाची क्रिया प्राणवायूवर कशी अवलंबून असते हे स्पष्टपणे दाखविणे त्याला शक्य झाले नाही."

फ्लॉजिस्टन् उपपत्ती

प्राणवायूचा शोध लागण्यापूर्वी म्हणजे सतराव्या शतकात बेचर व स्टाल या दोघा जर्मन संशोधकांनी ज्वलनाविषयी फ्लॉजिस्टन् उपपत्ती या नावाने ओळखली जाणारी एक उपपत्ती मांडली होती. ही उपपत्ती जरी चुकीची होती तरी ती बराच काल सर्वमान्य अशी ठरली व रसायनशाखेतील प्रगती बराच कालपर्यंत धोपवून धरली गेली. एखादा पदार्थ जळतो, कारण त्यामध्ये हे फ्लॉजिस्टन् असते, व ज्वलन होताना आपल्याला ज्या ज्वाला दिसतात त्या ज्वाला म्हणजे पदार्थातून बाहेर पडणारे हे फ्लॉजिस्टन् होय असे या उपपत्तीनुसार मानले जात होते. परंतु टिन जाळल्यानंतर खाली उरणाऱ्या राखेचे वजन जास्त येत असल्याचे दिसताच, बाहेर पडणाऱ्या फ्लॉजिस्टन्चे वजन उणे असते असा या घटनेचा खुलासा केला जाई.

आश्चर्य असे की, ब्लॅक, शील, कॅव्हेंडिश यासारख्या नामवंत शास्त्र-ज्ञानीहि वरील फ्लॉजिस्टन उपपत्ती पचवून टाकली. ब्लॅक या इंग्लिश शास्त्र-ज्ञाने चुनखडी, चूना व कार्बन-डाय ऑक्साईड यांजमधील संबंध दाखविले होते. शील या स्वीडिश सशोधकाने कित्येक रसायने शुद्ध स्वरूपात मिळविली. त्याने क्लोरिन वायू व प्राणवायूदेखील तयार केला होता. हायड्रोजन व ऑक्सिजन यांच्या मीलनातून पाणी जन्माला येते हे कॅव्हेंडिशने दाखविले होते. अर्थात् त्याने हायड्रोजन व ऑक्सिजन ही नावे वापरली नव्हती. असे हे एक एक अधिकारी शास्त्रज्ञ सतराव्या शतकात संशोधन करित असूनही फ्लॉजिस्टन उपपत्तीविरुद्ध कोणी ब्रहि काढला नाही हे आश्चर्यच नव्हे का ?

अखेर अठराव्या शतकात रशियन शास्त्रज्ञ लोमोनोसोव्हा याने पदार्थातील घटक जे अपनूरेणू त्यांच्या संदर्भात उष्णतेच्या खऱ्या स्वरूपाची कल्पना पुढे मांडली. परंतु त्याच्या मताचा प्रभाव पश्चिम युरोपवर मुळीच पडू न शकल्यामुळे बराच कालपर्यंत फ्लॉजिस्टन उपपत्ती सर्व युरोपभर ग्राह्य धरली गेली."

"मग या उपपत्तीला सुरंग लावण्याचे काम कोणी केले ?" अॅरिस्टॉटलने अधीर होऊन विचारले.

प्राणवायूचा शोध

"जोसेफ प्रिस्टले या एका धर्मप्रचारकाने हे काम केले तो जसा राजकारणाचा भोक्ता होता तसा एक व्यावहारिक रसायनतज्ज्ञहि होता. जुन्या-पुराण्या, न पटणाऱ्या धार्मिक कल्पनांचा धक्कार करणाऱ्यांपैकी तो होता. त्याची बोलकी सहानुभूती स्वातंत्र्यासाठी झगडणाऱ्या अमेरिकन व फ्रेंच क्रांतिकारकांकडे होती. याचा परिणाम म्हणून एका प्रसंगी प्रक्षुब्ध जमावाने त्याचे घर जाळून टाकले. अखेर १७९४ मध्ये त्याला आपली मायभूमी जी इंग्लंड ती सोडून अमेरिका गाठावी लागली.

तेथे तो दारू तयार करणाऱ्या एका कारखान्याजवळ राहात होता. या कारखान्यात, आंबलेल्या पदार्थापासून जो कार्बन डाय ऑक्साईड वायू बाहेर पडे तो त्याने प्रथम बाटलीत पकडून बंद करून ठेवण्यात यश मिळविले. त्याच्याजवळ एक मोठे थोरले काचेचे फुगट भिग होते. त्या भिगाचे साहा-

य्याने सूर्याचे किरण एका बिंदूवर केंद्रित करताच निर्माण होणाऱ्या उष्णतेवर निरनिराळे पदार्थ तापविण्याचे काम त्याने सुरू केले. तेव्हा पाऱ्यापासून तयार झालेली तांबडी भुकटी घेऊन त्यावर असे सूर्यकिरण केंद्रित करताच त्यामधून एक विशिष्ट गुणधर्म असणारा वायू बाहेर पडत असल्याचे त्याला



बोसेफ
प्रीस्टले

दिसून आले. या वायूमुळे ज्वलनक्रिया चांगली घडते व श्वसनक्रियेसाठी तो फार उपयुक्त असल्याचे त्याला दिसून आले. लव्हायजर नावाच्या फ्रेंच शास्त्रज्ञाच्या कानावर वरील गोष्ट पडली. आधीच फ्लॉजिस्टन उपपत्ती खोटी असल्याचे लव्हायजरच्या ध्यानात आले होते. तेव्हा कोणतीही जळणारी वस्तू हवेतील ऑक्सिजन वायु वापरून, राहिलेला नायट्रोजन वायू बाकी ठेवते असा लव्हायजरने वरील गोष्टीचा अर्थ लावला.

शक्तीच्या अक्षय्यत्वाचा सिद्धांत

उष्णता म्हणजे विशिष्ट स्वरूपातील एक शक्ती होय व शक्तीचे निरनिराळ्या स्वरूपात रूपांतर केले तरी ती अक्षय्य असते. यासंबंधीचे प्रतिपादन व गणित इंग्लिश संशोधक ज्यूल याने प्रयोग करून सिद्ध केले. तसे पाहिल्यास शक्तीच्या अक्षय्यत्वासंबंधीचा सिद्धान्त जर्मन संशोधक रॉबर्ट मेयर याने १८४२ मध्येच मांडला होता. मात्र त्याकडे जवळ जवळ २०

वर्षपर्यंत कांपीच लक्ष दिले नाही. या सिद्धान्ताचा विचार एका निराळ्या दृष्टिकोनातून करण्याचे काम फ्रेंच संशोधक कारनाॅट याने केले, कारण, त्या वेळेस तो वाष्पइंजिनाची कार्यक्षमता (एफिशियन्सी) ठरविण्याचे काम करीत होता. एखाद्या बॉयलरला पुरविलेल्या उष्णतेचा किती हिस्सा उप-युक्त कार्यासाठी खर्ची पडतो व किती फुकट जातो याचे मोजमाप कारनाॅट करीत होता. हा प्रश्न आर्थिकदृष्ट्या किती महत्त्वाचा आहे हे चटकन लक्षात येण्यासारखे आहे. कारण त्या कालात वाष्पइंजिनाचा वापर यांत्रिक शक्ति-निर्मितीसाठी उद्योगधंद्यात करण्यास सुरुवात झाली होती.

कारनाॅटने असे दाखवून दिले की, इंजिनमधील बॉयलरचे व शीतायकाचे (कंडेन्सर) तपमान या दोघांवरच त्या इंजिनाची कार्यक्षमता अवलंबून असते. क्लॉसिअस् या संशोधकाने, कारनाॅटच्या गणितपद्धतीचा उपयोग करून असे सिद्ध केले की, एखाद्या कमी तपमानाच्या पदार्थाकडून जास्त तपमानाच्या पदार्थाकडे स्वतंत्रपणे, उष्णता वाहून नेली जाणे कदापीही शक्य होणार नाही.

ज्यूलने मांडलेल्या शक्तीच्या अक्षय्यत्वाचा सिद्धान्त व क्लॉसिअस्चा आता उल्लेखिलेला निष्कर्ष हे दोन्ही उष्णता शास्त्रामधील अतिशय महत्त्वाचे सिद्धान्त म्हणून समजावे लागतील. कारण त्यांच्या आधारे वास्तवशास्त्रात काही महत्त्वाचे व मूलभूत निष्कर्ष निघू शकतात. पहिला निष्कर्ष म्हणजे कोणत्याहि स्वरूपातील शक्तीचा पुरवठा न करता एखाद्या साधनाकडून अगर यंत्रव्यवस्थेकडून सतत उपयुक्त कार्य मिळविणे अशक्य असते. अशा तऱ्हेचे साधन शोधून काढण्याचे प्रयत्न आज हजारो वर्षांपासून शास्त्रज्ञ, संशोधक करीत आले आहेत. पण त्यात त्यांना यश आले नाही. या अपयशाचे कारण बरील सिद्धान्तानुसार स्पष्टच होते.

दुसरा निष्कर्ष म्हणजे दृश्य विश्वातील शक्तीमध्ये होणाऱ्या फरकावरून किंवा बदलावरून असे अनुमान करता येते की, हे विश्व दिवसेंदिवस थोडे थोडे घटत असून दीर्घ कालांतराने त्यामधील शक्तीची वाटणी सभ होऊन त्यात आणखी पुढे बदल घडून येणे शक्य होणार नाही. विश्वाच्या या अवस्थेला " विश्वाचा उष्णता अंत " (Heat death of the Universe) असे म्हटले जाते. शास्त्रज्ञांच्या दृष्टीने, विश्वविषयक परिस्थितीचे रेखाट-

लेले हेच अखेरचे चित्र म्हणावे लागेल. मात्र हा समय येण्याला कित्येक अब्ज वर्षांचा काळ लोटावा लागेल हे विसरता कामा नये.

रासायनशास्त्रातील ऑक्सिजन, ऑक्साइड, कॉस्टिक सोडा इत्यादि नावे-देखील लव्हॉयजरनेच सुचवून या शास्त्राची भक्कम पायावर उभारणी केली.



अँटनी
लव्हॉयजर

शिवाय वस्तूंचे अक्षय्यत्व हे तत्त्वहि त्यानेच हिरीरीने पुढे आणले. १७९० ते १८०५ यां मुदतीत निरनिराळ्या मूलद्रव्यांचे अणु एकमेकांशी ज्या नियमांनुसार संलग्न होतात त्या नियमांचा शोध लावला गेला.

प्राउस्टचे तत्त्व व अणुविषयक कल्पना

प्राउस्ट या फ्रेंच शास्त्रज्ञाने, एखाद्या रासायनिक संयुगातील निरनिराळ्या मूलद्रव्यांचे एकमेकांशी असणारे प्रमाण नेहमी ठराविक असते असे दाखवून दिले. डाल्टन, रिचर इत्यादि शास्त्रज्ञांनी दोन मूलद्रव्ये एकत्र येऊन त्यातून तयार होणाऱ्या अनेक संयुगांसंबंधी नियम मांडले. परंतु साध्या मूलद्रव्याच्या संयोजनापासून अशी रासायनिक संयुगे प्रत्यक्ष कशी बनतात याचे चित्र मात्र शास्त्रज्ञांना प्रथम स्पष्ट झालेले नव्हते; ते जॉन डाल्टन याने स्पष्टपणे दाखवून मूलद्रव्यांचे अंतिम घटक म्हणजे अणु ही कल्पना पुढे आणली. हंप्रे डेव्ही या शास्त्रज्ञाने विजेचा उपयोग करून रासायनिक संयुगांची फोड केली, व या पद्धतीने सोडिअम् आणि पोटॅशियम् हे दोन नवे घातु तयार केले. डेव्हीचा

चेला मायकेल फॅरेडे याने वास्तवशास्त्राप्रमाणे रसायनशास्त्रातही खूप संशोधन केले. त्याने वीजविच्छेदनाचे नियम शोधले. या वीजविच्छेदनाच्या पद्धतीचा उपयोग करूनच अत्युमिनिअम व मॅग्नेशियम हे धातु मिळविले जातात. एकोणिसाव्या शतकाच्या पहिल्या पन्नास वर्षात वर्जेलिअस नावाचा जो शास्त्रज्ञ होऊन गेला त्याने रासायनिक विश्लेषणाच्या क्षेत्रात खूप सुधारणा घडवून आणल्या व पाच नव्या मूलद्रव्यांचा शोध लावला. ”

“ रसायनशास्त्रात इतकी प्रगती झाली असल्यामुळे अलीकडच्या काळात निरनिराळ्या रोगांवरील औषधे तयार करण्याच्या शाखेत फारच वाढ झाली असेल नाही ? आमच्या काळी लोकांच्या डोक्यात ज्याप्रमाणे परिसाचा शोध लावण्याचा विचार नेहमी घोळत असे त्याचप्रमाणे अमरत्व प्राप्त करून घेण्यासाठी अमृताची (एलिवझीर) निर्मिती हाहि प्रश्न प्रामुख्याने नजरेसमोर असे. ” अँस्टॉटल म्हणाला.

रसायनशास्त्राच्या दोन महत्त्वाच्या शाखा

“ ज्या अमृतामुळे मनुष्य अमर होईल त्याचा शोध काही अद्यापही आमच्या शास्त्रज्ञांना लागलेला नाही व लागेल असे दिसतही नाही. परंतु औषधनिर्मितीच्या क्षेत्रात मात्र आधुनिक कालात विस्मयकारक अशी प्रगती झाली आहे यात शंका नाही. सन १८२० पर्यंत सर्व भौतिक वस्तूंची विभागणी कार्बनीय (ऑर्गॅनिक) व अकार्बनीय (इनऑर्गॅनिक) अशापैकी एकात केलीच पाहिजे असे शास्त्रज्ञांचे म्हणणे होते. कार्बनिक पदार्थांची निपज होण्यासाठी एका खास प्रभावी शक्तीची जरूरी असते असा त्या कालपर्यंत लोकांचा समज होता. परंतु कार्बनीय व अकार्बनीय या दोन विभागांतील भिन्न अकार्बनीय पदार्थांपासून कार्बनीय पदार्थ तयार केले गेल्यामुळे लवकरच कोलमडून पडली. १८२९ मध्ये वोह्लर या गोर्टिंगेन येथील जर्मन शास्त्रज्ञाने एका अमोनियम क्षारापासून युरिया हे जिवंत प्राण्याकडून पैदा होणारे द्रव्य तयार करून दाखविले. सध्या रसायनशास्त्राचे कार्बनीय व अकार्बनीय असे जे दोन भाग अस्तित्वात आहेत ते केवळ सोयीसाठी. कार्बनीय रसायनशाखा याचा अर्थ कर्बाच्या संयुगाचा अभ्यास करण्याची शाखा असच होतो. आधुनिक शास्त्रीय युगातील प्रसिद्ध रसायनशास्त्रज्ञ म्हणजे

लिबिज् व वोल्डर हे दोन जर्मन होत.

या दोघांनी व केकूली या जर्मन तज्ज्ञाने निरनिराळ्या संयुगांची घटना कशी असते याचा खुलासा करून त्यांचे रूपांतर नव्या नव्या संयुगात कसे घडवून आणता येईल यावर संशोधन केले. जवळजवळ ३००० कर्वाचे अणु एकमेकांना जोडून त्यापासून हायड्रोजन वनविणे शक्य आहे असे आता सिद्ध झाले आहे. कर्वाच्या अणूला हायड्रोजन अणु जोडण्याऐवजी ऑक्सिजन नायट्रोजन, क्लोरिन इत्यादींचे अणु जोडता येतात. तसे केल्यामुळे सुमारे ५ लक्ष निरनिराळी संयुगे जन्माला घालता आली आहेत.

कर्वाचे अणु अतिशय सहजपणे एकमेकांना जोडता येत असल्यामुळे सेंद्रिय रसायनशाखेचा आत्मा म्हणजे कर्वा होय हे उघड आहे. निरनिराळ्या संयुगातील कर्वाच्या अणुरचनेची केकूली यांनी मांडलेली चित्रे परिपूर्ण करण्याचे काम १८७४ मध्ये ला वेल या फ्रेंच व व्हॅट हॉफ या डच शास्त्रज्ञांनी केले. सेंद्रिय रसायन शाखेत काम करणाऱ्यांचे मुख्य ध्येय म्हणजे सजीव सृष्टीत सापडणाऱ्या पदार्थांची निर्मिती प्रयोगशाळेत कृत्रिमपणे करणे हे होय. त्यासाठी अशा पदार्थातील अणूंची नैसर्गिक रचना कशी असेल याचे बरोबर चित्र डोळ्यांसमोर मांडावयाचे व त्यावरहुकूम प्रयोगशाळेत तयार करावयाच्या पदार्थांची रचना घडवून आणावयाची अशाच पद्धतीचा अवलंब करून व्हॉन बायर याने १८७० मध्ये प्रयोगशाळेत नीळ तयार केली. त्यामुळे आमच्या भारतात निळीच्या पिकाची मोठ्या प्रमाणात पैदास करण्याचे काम कित्येक शेतकरी करू लागले

प्रयोगशाळेत कृत्रिमपणे पदार्थांची पैदास

“ एमिल फिशर या दुसऱ्या एका जर्मन संशोधकाने प्रयोगशाळेत संघटन-क्रियेचा अवलंब करून शर्करा तयार केली. इंग्लिश शास्त्रज्ञ पॅकिन याने कृत्रिम रंग, कापूर हे अलीकडच्या काळात मोठ्या प्रमाणात उपयोगात आणले जाणारे पदार्थ तयार केले. रसायनशास्त्रज्ञ तर रक्तातील घटक तयार करू लागले आहेत. याखेरीज आधुनिक मानवाला उपयुक्त व हव्याशा वाटणाऱ्या वस्तु म्हणजे कृत्रिम रबर, कृत्रिम रेशीम, अत्तरे, औषधे, तेले, नाना-विध रंग इत्यादि सर्व प्रयोगशाळेत, कारखान्यात तयार होऊ लागली आहेत

तसेच डी. डी. टी., गॅमेक्सिन यासारखी जंतुनाशके आता कृत्रिमपणे तयार होऊं लागली ती देखील कार्बनीय रसायनशाखेतील प्रगतीमुळेच. १९४४ मध्ये मलेरिया नावाच्या रोगावरील क्विनिनइतकेच रामबाण औषध जे पॅलुड्रिन ते तयार झाले. आजवर आधुनिक कालात जगात दरवर्षी ३० लक्ष लोक मलेरियाने दगावत हे लक्षात घेतल्यास वरील औषधाचे महत्त्व कोणीहि जाणील. कार्बनीय रसायन शाखेप्रमाणेच दुसऱ्या काही रसायन शाखांतहि एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धात खूपच शोध लागून महत्त्वाची प्रगती झाली.

मूलद्रव्यांचा शोध

“ डाल्टनने हायड्रोजन अणूचे वजन एक मानून इतर मूलद्रव्यांच्या अणूची वजने ठरविण्याच्या कार्याचा पाया घालून दिला हे मागे सांगितलेच. १८५९ मध्ये रशियन शास्त्रज्ञ मॅंडेलीफ याने निरनिराळ्या नैसर्गिक मूलद्रव्यांच्या वजनांवरहुकूम मूलद्रव्यांचे एक आवर्त कोष्टक (पिरिऑडिक टेबल) तयार केले. त्यात सुमारे ६० मूलद्रव्यांचा अंतर्भाव केलेला होता. या कोष्टकात ठिकठिकाणी मोकळ्या जागी बसतील अशी, परंतु त्या वेळेपर्यंत उघडकीस न आलेली मूलद्रव्ये अस्तित्वात असावीत; इतकेच नव्हे तर अशा मूलद्रव्याचे गुणधर्महि कोणते असावेत याचा अंदाजहि मॅंडेलीफने वांधला.

त्याने केलेले नवीन मूलद्रव्यांच्या अस्तित्वाविषयीचे भविष्य १८७५ व १८७९ मध्ये गॅलियम व स्कॅंडियम या दोन मूलद्रव्यांच्या शोघामुळे खरे ठरले. मात्र मॅंडेलीफने ज्या मूलद्रव्यांच्या अस्तित्वाविषयी भविष्य वर्तविले नव्हते, अशाहि मूलद्रव्यांचा शोध रॅले व रॅम्से यांनी १८९४ साली लावला. त्यांपैकी काही वायू म्हणजे अॅरगॉन, निऑन, हेलियम हे होत. हेलियम या मूलद्रव्याचा शोध तसे पाहिल्यास लॉकिअर याने १८६८ मध्येच सूर्यप्रकाशाच्या वर्णपटाद्वारे लावला होता. परंतु प्रत्यक्ष पृथ्वीवरील त्याचे अस्तित्त्व त्यानंतर २७ वर्षांनी सिद्ध होऊ शकले. अशा तऱ्हेने आता नैसर्गिक मूलद्रव्यांची संख्या ९२ झालेली आहे. त्यामध्ये आधुनिक शास्त्रज्ञांनी प्रयोगशाळेत तयार केलेल्या आणखी १६ कृत्रिम मूलद्रव्यांची भर घातली आहे. ”

अमृतरावने आपल्या शास्त्रातील ठळक ठळक घटनांचा आढावा घेण्याचे काम आणखी पुढे चालू ठेवले.

“ पिकांसाठी कृत्रिम खते, पिकावर पडणाऱ्या जंतुजन्य रोगांच्या नाशासाठी कीटक व सूक्ष्म जंतुनाशके, माणसाला ग्रासणाऱ्या रोगांच्या नायनाटासाठी पेनिसिलीन स्ट्रेप्टोमायसिन क्लोरोमायसीटिन यासारखी अनेक प्रति-जैविके (ॲन्टिबायोटिक्स) इत्यादी कृत्रिमपणे प्रयोग शाळेत तयार करून आधुनिक शास्त्रज्ञांनी मनुष्यप्राणी, वनस्पती यांना जोडणाऱ्या काही प्राणघातक रोगांवर मात करण्यात आता चांगले यश मिळवले आहे. तुमच्या वेळी सर्वत्र फॅलावून मोठ्या प्रमाणावर प्राणहानी घडवून आणणारे देवी, मलेरिया यासारख्या रोगांचे संपूर्ण उच्चाटन आधुनिक शास्त्रज्ञांनी रोगप्रतिबंधक लशी व रोगवाहक जंतूंचा नायनाट इत्यादी उपाय अवलंबून घडवून आणले आहे. कृत्रिम रंग, तसेच रेयॉन, नायलॉन, टेरिलीन, अरलॉन, डेक्रॉन इत्यादी कृत्रिम धागे तयार करण्यात कार्बनीय शाखेतील संशोधकांनी फार मोठी प्रगती केली आहे. अशा कृत्रिम धाग्याचे कापड दिसायला सुवक, आकर्षक, सुरकुत्या न पडणारे, लवकर कोरडे होणारे असे असते. साचात घालून उष्णता व दाब यांच्या मदतीने हवे तसे आकार मिळवून देण्यासाठी आधुनिक शास्त्रज्ञांनी सिमेंट, काच, मेण, प्लास्टर, बेकेलाईट यासारख्या कृत्रिम द्रव्यांची निर्मिती करण्यात यश मिळविले आहे. वरील सारख्या द्रव्यांना प्लॅस्टिक म्हणून संबोधले जाते.

या प्लॅस्टिकपासून खेळणी, तबकड्या, बशा, बटणे, बादल्या इत्यादी दैनंदिन जीवनात उपयुक्त ठरणाऱ्या नाना प्रकारच्या हलक्या व नानारंगाच्या सुवक वस्तु लाखीच्या संख्येने कार्बनीय शाखेच्या मदतीने आता बनविण्यात येऊ लागल्या आहेत. फेनॉल व फॉर्माल्डेहाइड या दोन रसायनांच्या सहाय्याने बेकेलाईट हा पदार्थ कृत्रिमपणे बनविण्यात येऊन त्याचा उपयोग करून विजेची बटणे, दूरधवनी यंत्रे, बाटलीची बुचे, डब्या, झाकणे, अशा सारख्या अनेक प्रकारच्या वस्तु मोठ्या संख्येने बनविण्यात येत आहेत. सध्या रसायनतज्ज्ञांनी ५००० हून अधिक जातींची प्लॅस्टिक्स कृत्रिमपणे बनवून त्यापासून नाना तऱ्हेच्या उपयुक्त जिनसा बनविल्या आहेत. या वस्तु साच्यातून काढल्यामुळे त्यात सांधे नसतात व घातूंच्या वस्तुप्रमाणे त्या जडही असत नाहीत त्यामुळे अशा प्लॅस्टिक्स वस्तु घातुवस्तूंच्या मानाने स्वस्त तर मिळतातच पण त्या हाताळण्यासही सोयीच्या ठरतात.

मनुष्याला आरोग्यपूर्ण जीवन घालविण्यासाठी कशा तऱ्हेचे अन्न घेणे जरूर आहे यावर संशोधन करून आमच्या शास्त्रज्ञांनी नाना तऱ्हेचे पोषक घटक (प्रथिने, खनिजे, जीवनसत्वे, कार्बोहायड्रेट, चरबी, शर्करा इ.) असणारे खाद्यपदार्थ कृत्रिमपणे बनविण्यात आता यश मिळवले आहे. त्यामुळे सकस संतुलित आहार कृत्रिमपणे बनवून तो हवाबंद डब्यातून पुरविणे आता शक्य आहे. माणसाच्या शरीरातील रक्ताचे गट कोणते हे ठरविण्याचे काम लँडस्टायनर या शास्त्रज्ञाने विसाव्या शतकात केले. असे गट म्हणजे अ, बी, अेबी, ओ, आर-एच (घन) आर-एच (ऋण). माणसाच्या शरीरातून मूद्दाम काढण्यांत येणारे रक्त, गटवारीने अलगपणे दीर्घकालपर्यंत सुरक्षित चांगल्या स्थितीत टिकवून ठेवण्याचे तंत्रही शास्त्रज्ञांनी अलीकडे आत्मसात केलेले आहे. हे साठविलेले रक्त मोठमोठ्या अवघड शस्त्रक्रियांनंतर कोणत्याही रोग्याला जरूर तेव्हा पुरवून त्याचा प्राण वाचविण्याचे कार्यही आता उत्तम तऱ्हेने केले जाते.

गुन्हेगार ओळखून काढण्याचे दृष्टीने हातापायांच्या बोटांचे ठसे, रक्ताचे डाग, लाळ, केस, कपड्यावरील डाग, दस्तऐवजावरील खोडाखोड इत्यादी अनेक गोष्टींची शास्त्रीय तपासणी करण्याचे कामी रसायनशास्त्राची मदत मोठ्या प्रमाणात घेतली जाऊन अतिशय गुंतागुंतीच्या गुन्ह्यांचा शोध आता लावला जात आहे.”

अलिकडच्या कालातील रसायनशास्त्रातील विस्मयकारक प्रगतीची माहिती अमृतरावांनी स्थूलमानाने अगदी थोडक्यात अॅरिस्टॉटलपुढे ठेवून त्याला जणू विस्मयाचे अनेक धक्केच दिले !

“सगळंच मुसळ केरात ! अहो, सर्व शास्त्रांवा पाया म्हणजे गणितशास्त्र. त्याची आपल्याला आतापर्यंत आठवण झाली नाही हे कसे काय ?” अॅरिस्टॉटल म्हणाला.



गणितशास्त्रातील प्रगती

आता पाळी आली आमच्या रंगाचारीची ! तो म्हणाला,
“ खरेच ! गणितशास्त्र म्हणजे सर्व शास्त्रांची सम्राज्ञी
होय. ख्रिस्ती सणाची सुरुवात होण्यापूर्वी सुमारे २०० ते
३०० वर्षे अलेक्झांड्रियात युक्लिड व अपोलोनिस हे
दोन भूमितितज्ज्ञ होऊन गेले हे तुम्ही जाणताच. युक्लिडने, आपल्यापूर्वी शोध-
लेल्या भूमितीतील निरनिराळ्या सिद्धान्तात नव्या सिद्धांतांची भर घालून
त्या सर्वांची सुसंगतवार मांडणी केली. त्याने केलेले हे काम त्याच्या नंतर
जवळ जवळ २००० वर्षांपर्यंत सर्वत्र प्रमाणभूत मानले जात होते. त्या काली
गणिताचा उपयोग मुख्यतः ज्योतिःशास्त्रातील ग्रहांचे मार्ग, अंतरे, पृथ्वीचा
परीघ इत्यादींच्या मापनासाठी केला जात असे.

याच कालात मान्यता पावलेल्या हिपॅरकस् या गणित्याने त्रिकोणमितीचा
(ट्रिग्नॉमेट्री) उपयोग सूर्य-चंद्राची पृथ्वीपासूनची अंतरे व त्यांचे आकार
ठरविण्यासाठी केला. ख्रिस्तीसनाच्या पहिल्या शतकापासून तो जवळ जवळ
आठव्या शतकापर्यंतचा काल युरोपांत शास्त्राच्या वाढीच्या दृष्टीने विशेष

प्रगतिकारक नसल्याने त्या कालात गणितशास्त्रात म्हणण्यासारखी प्रगती झाली नाही.

भारतीय गणितज्ञांचा पराक्रम

“परंतु आमच्या भारतात मात्र याच कालात गणितशास्त्रात खूपच प्रगती झाल्याचे आढळून येते. ज्या अंकाला स्वतःचे मूल्य नाही परंतु इतर अंकांचं स्थान निश्चित करून त्यांची किंमत मात्र तो कमी जास्त करू शकतो असा अंक जो शून्य, त्याचा शोध भारतीय गणितज्ञांनी लावला. शून्याचा शोध म्हणजे मानवी बुद्धिमत्तेचा एक अलौकिक चमत्कार म्हणावा लागेल- युरोपला दशांश पद्धतीचे ज्ञान प्रथम अरबांनी करून दिले. पण अरबांनी हे ज्ञान भारतीयांपासून घेतले ही गोष्ट सर्वमान्य आहे.

इसवी सन ६८३, ६८४, ६८६, या कालातले जे शिलालेख सुमात्रा वांका इत्यादी देशात सापडले. त्यावरील कालनिर्देश दशांश पद्धतीत कोरलेला आढळतो. बेरीज, वजाबाकी या क्रिया भारतानेच जगाला शिकविल्या. प्राचीन भारतीयांनी जगाला दशांश पद्धती शिकवली, एवढेच नव्हे तर अपूर्णांक, त्रैशिक, भूमितीश्रेणी वगैरे अंकगणित पद्धतीची माहिती आठव्या शतकापूर्वीच्या संस्कृत ग्रंथात आढळते. भारतीयांनीच या सगळ्या पद्धतींचा शोध लावला असे सिद्ध झाले आहे. बीजगणिताचा शोधही भारतात लागला असे दिसते.” रंगाचारी छाती फुगवून मोठ्या अभिमानाने म्हणाला.

“अरे वा ! केवळ दहा चिन्हांच्या सहाय्याने एखादे गणित करण्याची तुमची भारतीय कला आश्चर्यकारक म्हटली पाहिजे. मोठमोठ्या संख्या फक्त दहा अंकांच्या आधारे व्यक्त करण्याची भारतीयांची पद्धत त्यांच्या लोकोत्तर बुद्धिमत्तेची द्योतकच नाही तर काय ?” अँरिस्टॉटल म्हणाला.

“सातव्या शतकात अलेक्झांड्रिया जिंकून घेतलामुळे उत्तर आफ्रिका तसेच युरोपातील काही भाग अरबांच्या अंमलाखाली गेला व आठव्या शतकात अरबांकडून विविध शास्त्रांच्या प्रगतीत पुन्हा लक्ष घातले गेले. गणितशास्त्रात अरब लोकांनी घातलेली भर म्हणून बीजगणितातील वाढीकडे बोट दाखवावे लागेल. उमर खय्याम या विद्वानाने द्विपद सिद्धांत (बायनॉमिल सिद्धांत) व घनसमीकरण सोडविण्याच्या पद्धती शोधल्या. इसवीसनाचे आठवे

शतक संपण्याच्या अगोदर होऊन गेलेल्या आर्यभट्ट, ब्रह्मगुप्त, श्रीधर वगैरे भारतवर्षीय गणित्यांनी वर्गसमीकरणे सोडविण्याच्या बीजगणिताच्या पद्धती स्पष्ट केल्या त्रिकोणमितीचे शास्त्रही भारतात खूपच प्रगत झाले होते गोलिय त्रिकोणामिती (स्फेरिकल् ट्रिग्नॉमिटी) हे शास्त्र भारतीयांना अवगत होते, हे ज्योतिःशास्त्रातील सिद्धान्तशिरोमणी, सूर्यसिद्धांत या ग्रंथांवरून लक्षात येते.

“आर्यभट्ट व भास्कराचार्य यांनी बाराव्या शतकापूर्वीच लिहिलेल्या आपल्या ग्रंथात कलनशास्त्राचे (कॅल्क्यूलस्) काही सिद्धांत आढळतात. मात्र या शास्त्राचा पद्धतशीर शोध युरोपात न्यूटनने सतराव्या शतकात लावला हे लक्षात ठेवणे जरूर आहे. सोळाव्या शतकात होऊन गेलेला ज्योतिःशास्त्रज्ञ जॉन केप्लर, हा एक गणितज्ञ होता. त्याने ग्रहांच्या सूर्याभोवतालच्या दीर्घवर्तुळाकार भ्रमणमार्गाचे गणित करून त्यासंबंधी नियम तयार केले. पृथ्वीची गती व गुरुत्वाकर्षण या कल्पना युरोपात जरी सोळाव्या, सतराव्या शतकात आल्या तरी भारतात मात्र त्या बाराव्या शतकाच्या अगोदर अस्तित्वात होत्या हे लक्षात ठेवण्यासारखे आहे.” रंगाचारी म्हणाला.

“म्हणजे तुमच्या भारताने विज्ञानक्षेत्रात जी कामगिरी केली ती साधारणपणे इसवी सनापूर्वी व इसवी सनाच्या पहिल्या हजार बाराशे वर्षातच होय असे दिसते. त्यानंतर भारतातील विज्ञानप्रगतीला हळूहळू उतरती कळा लागली असेच नाही का ?” ॲरिस्टॉटलने विचारले.

युरोपातील गणित्यांनी केलेली प्रगती

“अगदी बरोबर ! सोळाव्या शतकानंतरच्या कालात झालेल्या गणितातील प्रगतीच्या आढाव्यासाठी, आपल्याला युरोपकडेच दृष्टि टाकावी लागेल. या शतकात गॅलिलिओने गणिताच्या साहाय्याने गतिशास्त्रातील बरेच नवे-नवे नियम ठोकळ स्वरूपात शोधून काढले. तेच न्यूटनने आपल्या गतिविषयक नियमात दृढ केले. सतराव्या शतकात न्यूटनने कलनशास्त्र शोधून काढले. हेच काम जवळ जवळ त्याच सुमाराला जर्मन शास्त्रज्ञ लाइबनिझ यानेही केले. न्यूटनने गतिशास्त्राच्या अभ्यासाचा भरभक्कम व सर्वमान्य असा पाया उभारला. गतिविषयक तीन नियम व गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धान्त हेदेखील न्यूटनने सुस्पष्टपणे मांडले. अठराव्या शतकात बर्नोली, डी लॅंबर्ट, लॅप्लास

लाग्रांज, यूलर हे गणितज्ञ फ्रान्स, जर्मनी या देशात होऊन गेले. त्यांनी न्यूटनच्या सिद्धान्तांचा व नियमांचा उपयोग पदार्थ विज्ञानाच्या निरनिराळ्या उपशाखांतील प्रश्न सोडविण्यासाठी केला.

शास्त्रीय जगतात न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षण सिद्धान्ताप्रमाणेच महत्त्वाचा समजला जाणारा व मान्यता पावलेला सिद्धान्त म्हणजे पुंजवाद सिद्धान्त (क्वॉंटम थिअरी) होय. शक्तीची देवाण-घेवाण ही ठराविक अशा लहान गट्ट्याच्या प्रमाणात होते, ही कल्पना विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीस मॅक्स प्लांक या जर्मन शास्त्रज्ञाने मांडून त्याचे गणित स्पष्ट केले. या गणिताचा उपयोग करून अणुरचनेवर प्रकाश टाकण्याचे काम नील्स बोर या डॅनिश शास्त्रज्ञाने केले. त्याखेरीज बोरन व हायसेनबोरन हे जर्मन शास्त्रज्ञ, डी ब्रोल्ली हा फ्रेंच शास्त्रज्ञ, श्रोडिंजर हा ऑस्ट्रियन शास्त्रज्ञ यांनीहि गणिताच्या मदतीने शास्त्राच्या प्रगतीचे उद्दिष्ट साधण्याच्या कामी विसाव्या शतकात मोठा वाटा उचलला. हे वास्तवशास्त्रातील प्रगतीचे चित्र रेखाटताना आमच्या मित्राने तुम्हाला मागे खुलासेवार सांगितले आहेच." रंगाचारी म्हणाला.

"पण काहो, आधुनिक कालातील एक अतिशय श्रेष्ठ गणितज्ञ म्हणून तुमचा तो आइन्स्टाईन समजला जातो, त्याने गणितशास्त्रात कसली भर टाकली?" अँरिस्टॉटल म्हणाला.

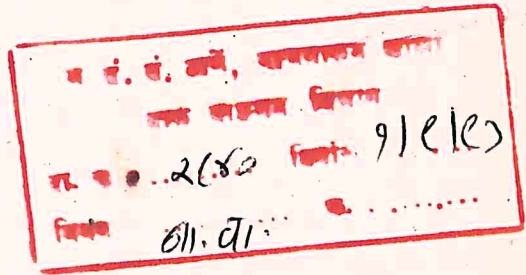
"न्यूटनच्या सिद्धान्तांची वाढ व त्यात दुरुस्त्या करणे हे काम १९०५ साली आइन्स्टाईनने आपल्या सापेक्षता सिद्धान्ताने मुख्यत्वेकरून केले व त्याचा तपशील आमच्या या दोस्ताने तुम्हाला सुरुवातीला सांगितलाच.

अगदी अलीकडे म्हणजे आइन्स्टाईनच्या मृत्यूपूर्वी पाच वर्षे त्याने 'एक-क्षेत्रीय उपपत्ती' या नावाची एक नवी उपपत्ती जगासमोर ठेवली. जगात आढळून येणारी गुरुत्वाकर्षण शक्ती, विद्युत चुंबकीय शक्ती, किरणोत्सर्जन या स्वरूपात बाहेर पडणारी सौम्य शक्ती, अणुकेंद्रातील अत्यंत प्रभावी शक्ती या सर्वांना जोडण्याचा प्रयत्न आइन्स्टाईनने १९५० साली चार समीकरणे मांडून या एकक्षेत्रीय उपपत्तीद्वारे केला. अर्थात् अद्याप तो पूर्ण यशस्वी झालेला नाही. अवकाश प्रवासाच्या निमित्ताने आता त्रिमिती गणित मोठ्या प्रमाणात विकसित पावलेले आहे. त्याने वरील समीकरणे मांडून गुरुत्वाकर्षण व विद्युत् चुंबकशक्ती यांमधील दुवा साधण्याचा प्रयत्न केला. मात्र या नव्या उप-

पत्तीचा अर्थ लावून तिचा खरेपणा सिद्ध झालेला पाहण्यासाठी हा महान द्रटा जिवंत नाही हे दुर्दैवच म्हणावे लागेल. या समीकरणातील अभिप्रेत अर्थ स्पष्ट करून त्याचा प्रयोगाने मिळणाऱ्या निष्कर्षांशी मेळ घालण्याचे काम भविष्यकालात होईल यात शंका नाही." रंगाचाराने समारोप करित म्हटले.

" ज्या पृथ्वीवर तुम्ही राहता, वावरता तिचा गत इतिहास, तिची घडण रचना इत्यादींबद्दल तुमच्या शास्त्रज्ञांनी आतापर्यंत माहिती मिळविली असेलच की ! नाहीतर स्वतःच्या कुळाची, गणगोताची माहिती नसणाऱ्याने गावच्या उठाठेवी करण्यासारखाच प्रकार व्हावयाचा ! " अॅरिस्टॉटल म्हणाला.

अॅरिस्टॉटलच्या या प्रश्नाचे उत्तर देण्याची जबाबदारी अर्थातच आमच्या धोंडूनानावर येऊन पडली. कारण तो भूगोलशास्त्राचा व्यासंगी होता.



५

भूगर्भशास्त्रातील प्रगती

घोंडूनाना म्हणाला, "तसे पाहिल्यास भूगोल शास्त्राचा पाया ग्रीकांनी घातला कारण पृथ्वीचा आकार वर्गरेबदल प्रथम त्यांनीच काही कल्पना पुढे मांडल्या. हिपॅटिस् (ख्रिस्तपूर्व ५०० वर्षे) हा भूगोलशास्त्राचा जनक होय. भूस्तरशास्त्र (जिऑलॉजी) या नावाचे पृथ्वीच्या गतेतिहासावर प्रकाश टाकणारे व तिची अंतरचना उजेडात आणणारे एक शास्त्र, आमच्या संशोधकांनी गेल्या शतकात पुढे आणले आहे. पृथ्वीचा आकार, तिची घटना, गेल्या लाखो वर्षांत तिच्यामध्ये घडून आलेले बदल इत्यादींचा अभ्यास या शास्त्रात येतो. सूर्याची उष्णता, वारा, पाऊस, दव, हिमवृष्टि, वनस्पती, प्राणी या सर्वांचा प्रभाव पडल्यामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागात व त्याखालील थरात पडणाऱ्या फरकांचा अभ्यास आधुनिक कालात आमच्या संशोधकांनी केला आहे. जेम्स हटन् व त्याचा शिष्य जॉन प्लेफेअर यांनी अठराव्या व एकोणिसाव्या शतकात वर उल्लेख केलेल्या निसर्गशक्तीच्या प्रभावामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठामध्ये मोठमोठ्या दऱ्या, खोरी, उंचवटे इत्यादि स्वरूपात अत्यंत सावकाश बदल

चडून येणे कसे शक्य असते याचा खुलासा केला. तसेच पृथ्वीच्या पोटात ज्या काही उलथापालथी चालू असतात त्यांचे उग्र स्वरूप, भूकंप ज्वालामुखीचे स्फोट इत्यादींच्या रूपात प्रकट होते व त्यामुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची ठेवण घडण बदलण्यास मदत होते.” धोंडूनांना म्हणाला.

“ मग अशा माहितीचा उपयोग आधुनिक कालात मानवाच्या फायद्यासाठी करण्यास तुमच्या शास्त्रज्ञांनी सुरुवात केली असेल नाही का ? ”

भूगर्भशास्त्राचा व्यावहारिक उपयोग

“ हे काय सांगायला का पाहिजे ? भूगर्भात दडून राहिलेली, अशुद्ध घातु कोळसा, तेल, क्षार यांसारखी खनिज संपत्ती बाहेर काढण्यासाठी, त्यांच्या साठ्यांच्या जागा नक्की हेरण्यासाठी, त्यांचे प्रमाण ठरविण्यासाठी, या माहितीचा उपयोग केला जातो. शिवाय मोठमोठ्या गगनचुंबी इमारती उध्या करणे, रस्ते बांधणे, रेल्वेमार्ग तयार करणे, बोगदे व कालवे काढणे, घरणे बांधणे इत्यादी गोष्टी त्या त्या ठिकाणच्या भूभागाची घटना व बांधणी यांची खात्रीलायक व संपूर्ण माहिती मिळविण्यावर अवलंबून असते. अशी बांधकामे कमी खर्चात, कमी वेळात व कमी श्रमात करणे, संबंधित भूभागाच्या तपशीलवार माहितीवर अवलंबून असते हे सांगायला नकोच. भूभागाखालील पाण्याचे झरे – त्यांचा उपसा व निचरा – यासंबंधी यशस्वी योजना तयार करणे, भूस्तरशास्त्राच्या अभ्यासामुळे सुलभ होते. ”

“ पण का हो, आपल्या पृथ्वीचा जन्म केव्हा, कसा झाला इत्यादि प्रश्नांची समाधानकारक उत्तरे तुमच्या शास्त्रज्ञांना मिळाली आहेत का ? ” अँरिस्टॉटलने एक निराळाच मूद्दा उपस्थित केला.

“ निदान ती मिळविण्यासाठी त्यांचे योग्य दिशेने संशोधन तरी सुरू आहे प्राचीन कालापासून, विश्वाच्या तसेच पृथ्वीच्या उत्पत्तीसंबंधी निरनिराळ्या देशांत निरनिराळ्या कल्पना अस्तित्वात होत्या असे दिसून येते. आर्यांचे अतिप्राचीन असे जे वैदिक वाङ्मय त्यामध्ये त्या कालातील ऋषीमुनींनी या विषयावर निरनिराळे विचार मांडलेले दिसून येतात. त्यांपैकी एक विचार असा : “ प्रथम हे विश्व जलमय होते. या जलात प्रजापती वायूरूपात संचार करू लागला. त्याने पृथ्वीला पाहिले व वराहरूप धारण करावयास लावून

तिला वर उचलले. नंतर विश्वकर्मा वनून त्याने तिला नीट घडविले. तिला प्रसरण पावण्यास लावले. ती पसरत गेली म्हणून पृथिवी झाली. या पृथिवीच्या ठिकाणी प्रजापती श्रम करू लागला व त्याने देवांना निर्माण केले.”

वैदिक वाङ्मयानंतर आमची पुराणे लिहिली गेली. त्यामध्येहि पृथ्वीची उत्पत्ति कशी झाली याबद्दल कल्पना मांडलेल्या दिसून येतात. ईश्वराने हे जग शून्यातून निर्माण केले असा उल्लेख पुराणात आढळतो. तसेच ही पृथ्वी शेषाच्या मस्तकावर आधारलेली आहे किंवा आठ दिशांस आठ दिग्गजांनी तिला तोलून धरली आहे अशा कल्पना मांडलेल्या आढळतात. भारतीयांप्रमाणे जगातील इतर देशांमधील लोकांतहि प्राचीनकाली पृथ्वीच्या उत्पत्तीसंबंधी निरनिराळ्या कल्पना प्रचलित असल्याचे दिसून येते. बॅबिलोनियामध्ये विश्वाची उत्पत्ती पाण्यापासून झाली असे मानण्यात येई.

छिस्ती बायबल्च्या जुन्या करारात परमेश्वराने हे जग शून्यातून अवघ्या सहाच दिवसात निर्माण करून सातव्या दिवशी विश्रांती घेतल्याची कथा सांगितली आहे. पृथ्वी हत्तीच्या पाठीवर स्थिरावली असून हत्ती एका कासबा-
वर उभे आहेत. हे प्रचंड कासव पाण्यात पोहत असते अशी कल्पना इजि-
प्शियनांची होती.

“पण पृथ्वीच्या उत्पत्तीसंबंधी तुमच्या शास्त्रज्ञांनी शास्त्रीय ज्ञानाचा आधार घेऊन अलिकडच्या कालात काही कल्पना मांडल्या असतील की नाही ?” अॅरिस्टॉटलने मध्येच विचारले.

पृथ्वीच्या जन्माची शास्त्रीय सीमांसा

“हो. आहेत की ! अर्थात् पृथ्वीचा जन्म नक्की कसा झाला हे सांगणे कोणालाहि शक्य नाही. कारण तिच्या जन्मकाली कोणी शास्त्रज्ञ हजर नव्हता. फक्त त्यासंबंधी मानवी बुद्धीला पटू शकतील अशा संयुक्तिक उप-
पत्तीच शास्त्रज्ञ मांडू शकतात; आणि हे काम अठराव्या शतकात कांट व
लाप्लास या शास्त्रज्ञांनी केले. वास्तविक त्यांनी मांडलेल्या उपपत्तीचे मूळ तुम्हा
तुमच्या कालात सुचविलेल्या पृथ्वीच्या उत्पत्तीच्या कल्पनेशी मिळते-जुळते
आहे. ही तुमची कल्पना तुमच्यानंतर थोड्या-फार फरकाने कोपरनिकस,
गॅलिलिओ इत्यादी संशोधकांनी उचलून धरली होती असे म्हणता येईल.

लाप्लासचे म्हणणे असे की, अगदी सुरुवातीला एक अतिप्रचंड व स्वतः भोवती भ्रमण करणारा तप्त, तेजस्वी तेजोमेघ (नेबुला) होता. त्यामधील वायुद्रव्य थंड होत असता व त्याच्या मध्यविदूकडे आकर्षिले जात असता तो तेजोमोल आकसू लागला. भ्रमणामुळे त्याच्या विषुववृत्तावरील वायुरूप वस्तु एका कड्याच्या किंवा वेटोळ्याच्या स्वरूपात बाहेर फेकली गेली. बाहेर पडलेले हे वायुमय कडे विभागले गेले व त्याचे रूपांतर एका गोलात होऊन तो फिरत राहिला. परंतु ही क्रिया होत असता वायूच्या आकुंचनाचे कार्य तसेच चालू राहिले. त्याबरोबर त्या गोलापासून आणखी अनेक वायूची कडी बाहेर पडली. या कड्यांचे रूपांतर लहान मोठ्या गोळात झाले. हे लहान-मोठे गोल म्हणजेच सूर्याभोवती निरनिराळ्या कक्षांत सतत भ्रमण करीत असणारे आपल्या ग्रहमालेतील ग्रह होत. तेजोमेघाचा मध्यवर्ती गाभा म्हणजे सतत उष्णता-प्रकाश बाहेर टाकणारा तारा-सूर्य. ग्रहमालेतील निरनिराळ्या ग्रहांना जे उपग्रह आहेत त्यांचा जन्महि वेगाने भ्रमण करणाऱ्या ग्रहांपासून वायुरूप कडी बाहेर पडून झाला. ”

“ मग पृथ्वीच्या जन्माची ही कथा सर्वमान्य झाली आहे का ? ” अँरि-स्टॉटलने विचारले.

“ एक्झेणिसाव्या शतकापर्यंत काँट-लाप्लास उपपत्ती शास्त्रज्ञांना मान्य होती. पण जसजशी निरनिराळ्या शास्त्रांची वाढ होऊ लागली तसतशा या उपपत्तीमधील उणीवा जाणवावयास लागून तिला नव्यानव्या दुरुस्थ्या, पुस्त्या जोडल्या जाऊ लागल्या. चॅंबरलेन् डार्विन, जेम्स जीन्स या शास्त्रज्ञांनी हे काम केले. रशियन संशोधक शिमट व जर्मन शास्त्रज्ञ वाइझेकर यांनी अलिकडच्या कालात पृथ्वीची जन्मकहाणी निराळ्या स्वरूपात मांडली असून ती जवळजवळ मान्य झाली आहे. ती थोडक्यात तुम्हाला सांगतो.

वाईझेकरची उपपत्ती

“ वाइझेकरला लाप्लासची ताऱ्यांच्या उत्पत्तीसंबंधीची मधाशी मी सांगितलेली कल्पना मान्य आहे.

“ फक्त तारे तयार होताना, अखेरच्या अवस्थेत काही ताऱ्यांभोवती वायूचे एक आवरण शिल्लक रहात असून त्या आवरणाला चक्राकार गती

असावी असे वाइझेकरने गृहीत धरले. अशा या भोवऱ्यापासून ग्रह बनले असावेत. भोवऱ्यात निरनिराळ्या आकाराचे वायुकण असतात. हे कण फिरता फिरता एकमेकावर आपटतात. लहान कण मोठ्या कणांवर आपटताच लहान कणांचे तुकडे होतील व मोठा कण तसाच राहील. लहान कणांचे तुकडे मोठ्या कणांच्या पृष्ठभागाला चिकटतील व मोठा कण हळूहळू जास्त मोठा होत जाईल. या क्रियेत शेवटी हा कण हळूहळू जास्त मोठा होऊन त्यात गुहत्वाकर्षणाचा प्रभाव दिसू लागेल. गुहत्वाकर्षणामुळे भोवऱ्यातील द्रव्य एकत्र येऊन त्याचे ग्रह बनतील. वाइझेकरच्या या उपपत्तीमुळे ग्रहमालेतील ग्रहांचे आकार व त्याभोवती फिरणारे उपग्रह, या सर्वांचा खुलारा होऊ शकतो. सारांश काय, तर एकीकडे वायुद्रव्य थिजून तारे तयार होत असताना त्यांच्या शेवटच्या अवस्थेत, भोवताली राहिलेल्या वायुवलयतील चक्राकार फिरणाऱ्या द्रव्यांपासून आपली पृथ्वी व ग्रहमालेतील इतर ग्रह जन्माला आले असावेत असे वाइझेकरचे म्हणणे आहे. ”

“ पण काय हो, पृथ्वीची सुरुवातीची अवस्था व तिचे हल्लीचे स्वरूप यासंबंधी तुमच्या शास्त्रज्ञांचे काय म्हणणे आहे ? ”

पृथ्वीचे मूळचे व हल्लीचे स्वरूप

“ विशद आणि इतर काही शास्त्रज्ञांचे म्हणणे असे की, वायुरूप घुली-कणांपासून बनलेले, पृथ्वी व तिच्यासारखे इतर ग्रह सुरुवातीला थंडगार होते. मात्र तिच्यामधील निरनिराळे घटक आपआपल्या घनतेनुसार गुहत्वाकर्षणाच्या जोरामुळे खाली, वर असे थराथरांत विभागले गेले हलके कण वर येऊन त्यांचा अगदी सर्वांत वरचा म्हणजे पृष्ठभागाचा थर बनला. पृथ्वीची सरासरी घनता ५.५ आहे. तिच्या पृष्ठभागाच्या थरांची घनता २.५ ते ३ इतकी आहे. उलट तिच्या मध्यावरील गाभ्याची घनता ८ ते ११ इतकी आहे. पृथ्वीच्या मध्यवर्ती गाभ्यात द्रवरूपात निकेल व लोह असावे असे काहींचे म्हणणे आहे; तर काहींचे म्हणणे असे की, वरील सर्व थरांच्या प्रचंड भारामुळे पृथ्वीच्या मध्यवर्ती गाभ्यातील वस्तू एका विशिष्ट स्वरूपातील घातू म्हणून अस्तित्वात असावी. अशा घातूंचे अणु हे पृष्ठभागातील घातूंच्या अणूपेक्षा अजिबात भिन्न असले पाहिजेत असे या शास्त्रज्ञांना वाटते.

उलट कांट, लाप्लास यांच्या उपपत्तीनुसार सुखातीची प्रवाही रूपातील तप्त पृथ्वी पृष्ठभागाकडून आतल्या भागाकडे म्हणजे वाहेरून आत अशा पद्धतीने हळूहळू थंड होऊ लागली. त्या बरोबर तिच्या पृष्ठावर एक पातळसा पापुद्रा तयार झाला. मात्र खालील भागांतील वायूच्या दाबामुळे व तप्त रसामुळे पृष्ठभागावरील या पापुद्र्यात मधून मधून तडे पडू लागले. हळूहळू हा पापुद्रा जाड व बळकट होऊ लागला. या जाड पापुद्र्याखाली सुमारे ३५ ते ७० मैल खोलीवर मात्र प्रवाही स्वरूपातील पदार्थ तसाच अस्तित्वात राहिला. परंतु काही भूकंपांची नाभी किंवा उगमस्थान पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखाली सुमारे ४०० मैल असल्याचे शास्त्रज्ञांना आढळून येताच, पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे घनरूपी कवच किंवा बाह्यावरण सुमारे ५५० मैल जाडीचे असावे असा निष्कर्ष काढला गेला आणि हा निष्कर्ष पृथ्वीची सुखातीची अवस्था प्रवाही व अति तप्त नसून थंड होती या कल्पनेशी मिळता जुळता आहे असे म्हणावे लागेल.

“ शिमटच्या कल्पनेप्रमाणे सुखातीला थंडगार असणाऱ्या पृथ्वीच्या अंतर्भागात किरणोत्सारी द्रव्य भरपूर असल्यामुळे, त्यांच्या विघटीकरणातून बाहेर पडणाऱ्या उष्णतेवर पृथ्वीतील वस्तू वितळू शकली. फक्त तिचे सर्वात वरचे कवच तेवढे टणक राहू शकले. परंतु पृथ्वीच्या अंतर्भागाची घटना व आकाशातून पृथ्वीवर येऊन पडणाऱ्या उल्कांची घटना या दोहोंमध्ये साम्य असल्याचे दिसून आल्यामुळे काही शास्त्रज्ञांचे म्हणणे असे की सुखातीच्या कालात सर्व पृथ्वीच प्रवाही द्रव अवस्थेतून गेली असावी व कालांतराने या द्रवापासून टप्प्याटप्प्याने घनरूपी थर तयार झाले असावेत. अद्याप तरी यांपैकी कोणते अनुमान बरोबर आहे याचा निर्णय लागू शकलेला नाही. ” धोंडूनाना म्हणाला.

“ समजा, आपली पृथ्वी सुखातीला एक तर अतितप्त प्रवाही द्रवाचा गठ्ठा तरी होता किंवा एक थंड वायूगोळा होता. तिच्या अंतरंगातून बाहेर पडणाऱ्या उष्णतेमुळे ती मागाहून द्रवरूप झाली. या दोहोंपैकी एक गोष्ट आपण मान्य केली. कालांतराने तिच्या कवचामध्ये कसकशी रूपांतरे घडून आली याबद्दल आधुनिक शास्त्रज्ञांचे काय म्हणणे आहे? ” अँरिस्टॉटलने विचारले.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची रूपांतरे

“ द्रवरूपी पृथ्वी आपल्या पृष्ठभागाकडून आतल्या भागाकडे अशा रीतीने हळूहळू थंड व्हावयास लागल्याबरोबर या द्रवावर एक पापुद्रा तयार झाला. या पापुद्र्यात सर्व हलक्या मूलद्रव्यांचा भरणा होता. हा पापुद्रा अतिशय पातळ असल्यामुळे त्याखालील तप्त द्रवातून बाहेर पडणाऱ्या वायुमुळे व वाफेमुळे त्याला अधूनमधून तडे पडू लागले. या तड्यातून बाहेर पडलेला लाव्हा नावाचा तप्त रस पृष्ठभागावर पसरून हळूहळू थंड होत गेल्यामुळे पापुद्र्याची जाडी वाढविण्यास त्याची मदत होऊ लागली.

पृष्ठभागाच्या कवचाची जाडी वाढू लागताच पूर्वीप्रमाणे पृष्ठभागाला तडे पडण्याची क्रिया हळूहळू मंदावू लागली. फक्त ज्या जागी या पृष्ठभागाचे कवच थोडेसे कमकुवत होते, तेथेच तडे पडून आतील लाव्हा रस मोठ्या प्रमाणात उफाळून बाहेर येत असे. मात्र ही क्रिया सर्व पृष्ठभागावर सारख्या प्रमाणात होत नसल्यामुळे पृथ्वीचा पृष्ठभाग सर्वत्र सारखा व एकाच पातळीत राहू शकला नाही. त्यावर काही ठिकाणी लाव्हा रसामुळे तयार झालेले मोठमोठे उंचवटे निर्माण झाले व आजुबाजूला खोलगट भाग तयार झाले. अशा तऱ्हेने पृथ्वीवरील प्राथमिक खंडांची व महासागराची आखणी किंवा मांडणी केली गेली.

भूभाग कसे तयार होत गेले यासंबंधी १९ व्या शतकाच्या पूर्वार्धापर्यंत दोन भिन्न विचारसरणी प्रचलित होत्या. एका विचारसरणीचा धुरीण हटन् व त्याचा शिष्य प्लेफेअर होता. त्यांच्या अनुयायांना “ प्लूटोनिस्ट ” या नावाने ओळखले जाई. हटन्च्या विरोधी पक्षाला “ नेपच्युनिस्ट ” हे नाव दिले गेले व त्यांचे धुरीणत्व वर्नर या संशोधकाकडे होते. एकोणिसाव्या शतकाच्या प्रथम चरणातील भूस्तरशास्त्राचा इतिहास वरील पक्षांच्या परस्पर विरोधी मतांच्या झगड्यांनी भरला होता.

“ अर्थात् त्या काली पृथ्वीवरील खोलगट भागात पाणी जमा झालेले नव्हते. कारण, त्या कालखंडात पृथ्वीच्या कवचाचे तपमान पाण्याच्या उत्कलन विद्वेषेक्षा जास्त होते. त्यामुळे साहजिकच वाफेच्या स्वरूपातच पृथ्वीभोवतील निरनिराळ्या वायूंचे दाट आवरण अस्तित्वात होते. पृथ्वी थंड

होण्याची क्रिया आणखी तशीच चालू राहताच तिच्या भोवतालच्या आव-
रणातील वाफेचे रूपांतर द्रवात होऊन मुसळधार पावसाचे स्वरूपात ते
पृथ्वीवर कोसळू लागले. परंतु पृथ्वीचा पृष्ठभाग फारच तप्त असल्यामुळे या
पाण्याचे रूपांतर ताबडतोब वाफेमध्ये होऊ लागले. पुन्हा या वाफेचे रूपांतर
पावसाच्या पाण्यात व पुन्हा त्या पाण्याचे रूपांतर वाफेत असे चक्र बऱ्याच
कालपर्यंत चालू राहिले.

अखेर सतत पडणाऱ्या पावसामुळे हळूहळू पृथ्वीचा पृष्ठभाग आणखी
थंडावू लागला आणि तिच्या पृष्ठभागातील मोठमोठ्या खडु्यात (म्हणजे
समुद्रात) पाणी साचू लागले. प्रथम या खडु्यातील पाणी चांगले उकळू
लागले व त्यापासून तयार होणाऱ्या वाफेचे एक अवरण या खडु्यांवर जमा
होऊ लागले. परंतु खडु्यातील पाणी मात्र दीर्घ मुदतीपर्यंत चांगलेच गरम
राहिले. या पाण्यात पृथ्वीच्या कवचातून बाहेर पडणारे क्षारयुक्त वायू मिस-
ळून गेल्यामुळे ते पाणी खारे झाले. तरीदेखील पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचे कवच
तितकेसे कठीण झालेले नव्हते. त्यामुळे त्यामध्ये अधूनमधून इकडे तिकडे तडे
पडत. या तड्यांमधून जॉराने बाहेर उफाळणारा लाव्हा रस भूभागावर पसरते
अखेर समुद्र किनाऱ्यापर्यंत येऊन पोहोचे."

"मग ही परिस्थिती पालटून पृथ्वीवर जीवाचे अस्तित्व निर्माण होणे
केव्हा शक्य झाले असावे असे तुमच्या शास्त्रज्ञांचे म्हणणे आहे?" अँरि-
स्टॉटलने अधीर होऊन विचारले.

पृथ्वीवरील जीवाची निर्मिती

"पृथ्वीची ही प्राथमिक अवस्था कितीतरी काळ म्हणजे काही दशलक्ष
वर्षे टिकून होती. त्याकालात पृथ्वीवर जीव जगून राहण्यासारखी योग्य
परिस्थिती निर्माण झालेली नव्हती. भूभाग उंच सखल होते व लाव्हा रसांनी
आच्छादिलेले होते. तसेच त्यावरील भेगातून, फटीतून, विषारी वायूंचे झोत
बाहेर पडत होते. सागरातील पाणी अद्याप अतिशय उष्ण होते व सागरातून
वाफेचे लोट बाहेर पडत होते. हवा खूपच जड होती. तशीच ती वाफेने संपृक्त
अशा स्थितीत होती. आकाश काळ्याकुट्ट मेघांनी आच्छादिलेले असावयाचे व
त्यामुळे सूर्यदर्शन होणे शक्य नसे. पर्जन्याची अतिप्रचंड वृष्टि वारंवार सुरू

होई. त्यामुळे पाण्याच्या प्रचंड लोटांबरोबर भूभागावरील माती, गाळ, वाळू इत्यादी वाहून दुसऱ्या जागी साचून राहण्याची क्रिया चालू असे.

“हळूहळू ही परिस्थिती पालटू लागली. आता पर्जन्यवृष्टि, वादळे यांचे प्रमाण कमी झाले. सूर्यकिरण पृथ्वीपर्यंत येणे शक्य झाले. सागरातील पाणी थंड झाले आणि अखेर अगदी प्राथमिक स्वरूपातील जीव या सागरात निर्माण झाला.”

“अगदी प्रथम जीवाची निर्मिती कशी झाली हे कोडे शास्त्रज्ञांना उलगडता आले आहे का ?” अँरिस्टॉटलने विचारले.

“नाही ! या प्रश्नाचे निश्चित उत्तर शास्त्रज्ञांना देता आलेले नाही. ज्याप्रमाणे पृथ्वीची उत्पत्ती कशी झाली याचे नक्की उत्तर शास्त्रज्ञांना मिळविता आलेले नाही त्याप्रमाणे पृथ्वीवरील पहिल्या-वहिल्या जीवाची उत्पत्ती कशी झाली याचेही उत्तर शास्त्रज्ञांना अद्याप मिळू शकले नाही. फक्त त्याबद्दल त्यांनी निरनिराळ्या शक्यता पुढे मांडल्या आहेत. कदाचित् अशा अनिश्चिततेमुळेच जगातील निरनिराळ्या घमंपंथांनी पृथ्वी व तिच्या वरील पहिल्या जीवाच्या उपपत्तीचा सूत्रधार म्हणून सर्वशक्तिमान परमेश्वर कल्पिला असावा. अर्थात् ही गोष्ट म्हणजे काही या अवघड प्रश्नाचे खरेसुरे उत्तर नसून त्यातून सोडवणूक करून घेण्यासाठी काढलेली पळवाट होय हे सांगावयास नकोच.”

“मग पृथ्वीवरील पहिल्या जीवाची उत्पत्ती कशी झाली असावी याबद्दल शास्त्रज्ञांचे काय मत आहे ?” अँरिस्टॉटलने पुन्हा विचारले.

“पृथ्वीवरील महासागरातल्या गरम पाण्यात निरनिराळे क्षार असल्यामुळे या महासागरातच आपोआप पहिला जीव उत्पन्न झाला असावा असे काही शास्त्रज्ञांचे मत आहे. अर्थात् याला त्यांनी कारणेहि दिलेली आहेत. त्यांचे म्हणणे असे की त्या काली आकाशात कडाडणाऱ्या विजेच्या प्रचंड उत्पातामुळे समुद्रातील पाण्याचे आयनीभवन घडून आले असावे व त्या क्रियेत जीवनद्रव्यांचे एकत्रीकरण होण्यास जरूर असणारी प्रेरणा मिळाली असावी. एकदा अशा पद्धतीने जीवनद्रव्य एकत्र येऊन पहिल्या जीवाची निर्मिती झाल्यावर कालौघांबरोबर त्या जीवात उत्क्रांतितत्वानुसार इष्ट तो बदल घडून येण्यास प्रारंभ झाला असला पाहिजे. थॉमस क्राउडर चेंबरलेन्

या संशोधकाने प्राचीन काली पृथ्वीवर अस्तित्वात असणाऱ्या निर्जीव वस्तू-पासून पहिल्या सजीवाची निर्मिती होण्यासाठी ज्या परिस्थितीची आवश्यकता होती तिची मीमांसा करून पहिला जीव निर्माण होणे कसे शक्य आहे हे सांगण्याचा प्रयत्न केला.”

“या पृथ्वीवर प्राचीन काली अस्तित्वात असलेल्या जीवांची माहिती मिळविण्यासाठी काही नवी साधने शास्त्रज्ञांना उपलब्ध झाली आहेत का ? नाहीतर आता तुम्ही वर्णन केलेला पृथ्वीचा पूर्वतिहास म्हणजे तर्कावर उभारलेला पत्त्यांचा एक पोकाळ डोलाराच ठरावयाचा !” अॅरिस्टॉटलने आमच्याकडे पाहात मिस्किलपणे विचारले.

सजीवांचे प्राचीन अवशेष

“छे, छे तसा हा प्रकार नाही बरं का ! आमच्या शास्त्रज्ञांजवळील या बाबतीतला पुरावा म्हणजे सजीवांचे प्राचीन अवशेष (फॉसिल). हे साधन तुमच्यादेखील परिचयाचे आहेच की ! याखेरीज भूकंप, ज्वालामुखीचे स्फोट, खडकांचा अभ्यास या गोष्टींचा उपयोगहि पृथ्वीचा गतेतिहास समजून घेण्यासाठी शास्त्रज्ञांकडून करण्यात आला आहे नद्या-सागरात माशांखेरीज असणारे इतर अनेक प्राणी, वनस्पती, झुडुपे, शेवाळी अस्तित्वात असतात हे प्राणी व वनस्पती मेल्यानंतर त्यांचे अवशेष सागराच्या तळाशी जमा होतात व त्यावर पाण्यातून वाहून आलेली माती, वाळू, गाळ साचू लागतात.

अशा मृत प्राण्यांच्या अंगातील मांसल भाग सडून नाहीतर इतर प्राण्यांकडून खाऊन फस्त केला जातो व त्याची हाडे, दांत, कवच हे कठीण भाग तसेच राहतात. वाळू माती, खडू इत्यादींचे थरांत हे कठीण भाग हजारो वर्षे सुरक्षित राहून दगडाप्रमाणे कठीण होतात. मृत वनस्पतीपासून कोळसा तयार होतो जसजसा काल लोटतो तसतसे नद्या आपला पात्रे बदलतात, तळी सुकतात अगर समुद्र मागे हटू लागतात आणि त्याबरोबर दगडाच्या रूपातील हे अवशेष कोरड्या जागी अगर पर्वताच्या उतरणीवर सापडतात. इतके कशाला ? पुरातनकाली ग्रीक देवळात देखील असे अवशेष सापडले होते. प्राचीन काली काही ग्रीक, रोमन व इजिप्शियन् धर्मगुरूंनी अशा अवशेषाबद्दल काही वाडाखे बांधले होते. इजिप्तमधील धर्मगुरूंना अशा अवशेषात

माशांची कवचे, शिपले इत्यादि आढळून येताच, प्राचीन काली इजिप्तचा बराचसा भाग पाण्यात असावा असे अनुमान त्यांनी काढले हे तुम्हाला माहिती असेलच.”

“हो माझ्याही अगोदरच्या कालात म्हणजे ख्रिस्तपूर्व ६११ वर्षे अॅनाक्झि-मांडर हा जो संशोधक होऊन गेला त्याचे म्हणणे असे की, अगदी सुरुवातीला मानवाचा गकार अगदी माशासारखा होता. अॅनाक्झिमांडरच्या समकालीन झेनोफेनस् याने असे दाखवून दिले की, फॅरोस् व माल्टा या भागात ज्या जातीचे पुराण अवशेष आढळले त्यावरून ते दोन्ही भाग पूर्वी भूमध्य समुद्रात गडप झालेले असले पाहिजेत.” अॅरिस्टॉटल् म्हणाला.

“अहो, पण मला ज्या एका गोष्टीचे राहून राहून आश्चर्य वाटते ती म्हणजे तुमच्यासारखे निसर्गतिहासाचे जनकदेखील, या पृथ्वीत होणारे बदल व फरक एखाद्या साध्यासुध्या सजीवातील उत्पत्ती, स्थिती व लय या क्रमानुसार होत असतात असे मानीत होते !” धोंडूनानाने अॅरिस्टॉटलवर अगदी सरळसरळ हल्ला चढविला.

“आहे खरी तशी गोष्ट ! खडकातील शिपले व कवच असलेले पुराण अवशेष मी तपासले व त्यावरून मला असे वाटले की, खालच्या अवस्थेतील प्राण्यांची उत्पत्ती पृथ्वीवरील चिखल मातीपासून झाली असून अशा प्राण्यांकडून निर्माण झालेली प्रजा म्हणजेच वरच्या अवस्थेतील प्राणी होत शिवाय निरनिराळ्या अवस्थेतील प्राण्यांमध्ये विशिष्ट संबंधही दाखविणे शक्य आहे.” अॅरिस्टॉटल् म्हणाला.

“तुमच्यानंतर, तुमचा विख्यात चेला जो थिओफ्रेस्टस् याने तर सजीवांच्या अवशेषावर स्वतंत्र ग्रंथ लिहिला. अर्थात हा त्याचा ग्रंथ सध्या उपलब्ध नाही ! थिओफ्रेस्टस्चा असा विश्वास होता की, पृथ्वीमध्ये एक लवचिक स्वरूपाची शक्ती अस्तित्वात असून तिच्याचमुळे प्राणी निर्माण होतात. यानंतर दोन तीन शतकांनी स्ट्रॅबो या भूगोलतज्ज्ञाला पिरॅमिड-असणाऱ्या खडकात, नाण्याच्या आकाराचे एकशालीय अवशेष सापडले होते. लिनॉ या संशोधकाने प्राणी व वनस्पती जगतातील विविध जातींना विशिष्ट पद्धतीनुसार नाव देण्याचे काम केले व त्यानंतर लमाकं, कुव्हीर व स्मिथ या तिघा संशोधकांनी सजीवांच्या अवशेषाचा खोलवर अभ्यास करून प्राचीन

कालातील जीवसृष्टीची खूपशी माहिती उजेडात आणली. मग चार्ल्स डार्विन याने आपले उत्क्रांतितत्व जगासमोर ठेवल्यानंतरच्या कालात तर प्राचीन अवशेषांच्या अभ्यासाला विशेष महत्त्व प्राप्त झाले. कारण अवशेषांच्या अशा अभ्यासावरून डार्विनच्या उत्क्रांतितत्वाला पुष्टी मिळणे वा ते खोडून काढणे शक्य होणार होते. अर्थात अगदी अलीकडच्या कालापासून म्हणजे ५।६ वर्षा-पूर्वीपासून आधुनिक शास्त्रज्ञांना डार्विनच्या उत्क्रांतितत्वाबद्दल शंका येऊ लागली आहे ही गोष्ट अलाहिदा.”

“खडकाच्या अभ्यासावरून त्यांच्या विशिष्ट जाती वगैरे ठरविल्या गेल्या असतीलच नाही का ?” अॅरिस्टॉटलने विचारले.

“एकोणिसाव्या शतकात भूगर्भविषयक नकाशे प्रथम तयार केले गेले. हे नकाशे तयार करताना विल्यम् स्मिथ या, खडकांच्या अभ्यासात सदैव मग्न असणाऱ्या संशोधकाने काहीशा विनोदाने “थरांची” कल्पना पुढे मांडली. त्याने खडकाविषयी दोन तत्त्वे किंवा नियम घालून दिले. पहिला नियम म्हणजे एखाद्या खडकाच्या विवक्षित भागातील अवशेष म्हणजे त्या खडकाच्या बनावटीचा काल व स्वरूपाचे निदान करण्याचे खरे साधन असते. दुसरा नियम असा की, खालच्या थरातील खडक वरच्या थरातील खडकापेक्षा वयाने अधिक असून ज्या खडकांत एकाच स्वरूपाचे अवशेष सापडतात त्यांचे वय एकसारखे असते.

संशोधकांनी खडकाचे सामान्यतः जे वर्ग पाडले आहेत ते असे :-

(१) अग्निजन्य अथवा तप्त रसापासून निर्माण झालेले (इग्निअस्)

(२) संचयनरूप अथवा पुरांमुळे व खडक झिजल्यामुळे वाहून आणलेले साचून बनलेले खडक (सेडिमेंटरी). त्यांचा पुन्हा पाडलेला एक विभाग म्हणजे जलमग्न किंवा पाण्याखाली असलेले (एक्विअस्).

(३) रूपांतरित अथवा ज्यांच्या रचनेमध्ये आणि ज्यांच्या खनिज स्वरूपामध्ये पृथ्वीच्या दावामुळे व पृथ्वीच्या अंतर्भागातील उष्णतेमुळे अनेक फरक घडून आलेले आहेत असे (मेटॅमॉर्फिक्)

“मग या सर्व अभ्यासावरून पृथ्वीचे वय किती अज्ञावे असे शास्त्रज्ञांना वाटते बरे? तसेच, पृथ्वीच्या आतापर्यंतच्या एकूण जीवनेतिहासाच्या काही

ठळक अवस्था किंवा टप्पे ठरविले असतीलच शास्त्रज्ञांनी ?” अॅरिस्टॉटलने विचारले.

पृथ्वीचे अंदाजे वय दोन हजार दशलक्ष वर्षे

“ ख्रिस्ती घर्मग्रंथामध्ये पृथ्वीचे वय ५९६२ वर्षे आहे असा उल्लेख आहे. पण हा काल सर्वस्वी चुकीचा आहे हे सांगावयास नकोच. पृथ्वीचे वय ठरविण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी निरनिराळ्या पद्धतीचा अवलंब केला. परंतु त्या सर्वांच्या सहाय्याने काढलेले पृथ्वीचे वय २० ते ५००० दशलक्ष वर्षे इतक्या विस्तृत मर्यादित बसत असल्याचे त्यांना दिसून आले.

पृथ्वीवरील सागरातील पाण्याच्या खारटपणावरून प्रा. जे. जॉली या शास्त्रज्ञाने ठरविलेले पृथ्वीचे वय ९ कोटी वर्षे इतके आहे. चालू शतकांत किरणोत्सारी द्रव्यांची मदत घेऊन पृथ्वीचे वय ठरविण्याचे काम शास्त्रज्ञांनी कितीतरी समाधानकारकपणे केले आहे. समजा, युरेनियम व त्यापासून किरणोत्सर्जनामुळे अखेर बनलेले शिसे ही दोन्ही द्रव्ये असणारे एखादे खनिज घेतले व त्यातील या दोहोंचे प्रमाण तंतोतंत मापले, तर वर्षाला साधारणपणे एक दशलक्ष ग्रॅम युरेनियम पासून $\frac{1}{64}$ ग्रॅम शिसे तयार होते. अशा मापनावरून ते खनिज तयार झाल्याला किती काल लोटला हे ठरविणे शास्त्रज्ञांना शक्य झाले आहे.

याखेरीज किरणोत्सारी द्रव्यांच्या सहाय्याने पृथ्वीचे वय ठरविण्याच्या आणखी काही पद्धतीही आधुनिक शास्त्रज्ञांनी शोधिल्या आहेत. पृथ्वीच्या आजवरच्या आधुष्यातील निरनिराळ्या कालखंडात तयार झालेली खनिजे उपलब्ध असल्यामुळे, आता वर्णन केलेल्या पद्धतीचा अवलंब करून विवक्षित कालखंडाची माहिती मिळविणे शक्य झाले आहे. या सर्वांवरून, आपल्या पृथ्वीवर अगदी प्रथम खंड व महासागर निर्माण झालेल्या घटनेला आज सुमारे २००० दशलक्ष वर्षे लोटली असावीत असे आधुनिक शास्त्रज्ञांचे म्हणणे आहे.

आता पृथ्वीच्या गत जीवनातील निरनिराळ्या टप्प्यांसंबंधी किंवा कालखंडांसंबंधी तुम्ही उपस्थित केलेल्या मुद्द्यांविषयी बोलावयाचे झाल्यास ते कालखंड एकूण पाच आहेत असे म्हणता येईल. या कालखंडात पाच मोठी

युगे झाली असे त्यामध्ये आढळून येणाऱ्या सजीवाच्या अवशेषावरून म्हणण्यात येते. आर्ष (आर्कियन्) युग हा सर्वात प्राचीन काल होय. त्यानंतरचे युग प्रोटोजोइक् (पूर्वप्राचीन) या नावाने ओळखले जाते. यानंतरचे पॅलिओ-झोइक् युग (प्राचीन युग), यानंतरचे मेसोजोइक् (मध्य-कालीन) युग, यानंतर केनोजोइक् (अर्वाचीन अथवा अलिकडचे) युग होय. अर्थात् आता सांगितलेल्या युगांच्या पद्धतीत देखील काही शास्त्रज्ञांनी पुन्हा कालखंड पाडण्याचे निरनिराळे प्रकार सुचविले आहेत.

डॉ. पॉलहेल् या संशोधकाने प्रयोगशाळेतच विशिष्ट पद्धतीचा अवलंब करून पृथ्वीचे वजन काढले असून ते सुमारे 6492×10^{24} टन इतके असल्याचे दाखविले आहे. शिवाय आपली पृथ्वी हा एक लोहचुंबक आहे हेहि सिद्ध केले गेले आहे."

" अॅरिस्टॉटलचे प्रश्न संपले असावेत असे दिसले. कारण आता तो गप्प होता. इतक्यात आमचा अमृतरात्र म्हणाला, " कायरे घोंडूनाना, हिमयुग म्हणून म्हणतात ते रे कसले ?"

पृथ्वीवरील हिमयुग

" सांगतो. पृथ्वीच्या प्राचीनतम इतिहासात मधून मधून पृथ्वीवर पावसा-एवजी मोठी बर्फवृष्टि होऊन हिमनद्या वाहात. असे शेवटचे हिमयुग ख्रिस्तपूर्व ७००० वर्षांच्या सुमारास युरोपात होऊन गेले. ब्रिटन आणि युरोपचा वायव्य प्रदेश, यावर बर्फाचे थर साचून त्यामधून हिमनद्या वाहात होत्या. युरोपचा दक्षिण भाग, उत्तर अमेरिकेचा उत्तर भाग हेहि या अरिष्टात सापडले. बर्फाच्या क्रियेमुळे गुळगुळीत झालेले गोटे किंवा गुंडे दगड अशा हिमयुगाचे अवशेष म्हणून दाखविता येतील. याच हिमयुगाच्या अखेरच्या कालात मानवाची उत्पत्ती झाली असावी असे मानले जाते. ही हिमयुगे का जन्माला आली याबद्दल शास्त्रज्ञांचे तर्क चालू असून त्यांच्या निर्मितीबद्दल अद्याप सवर्षांचे एकमत झालेले नाही. आता शास्त्रज्ञांनी भूकंपाची नोंद करणारी यंत्रे शाोधली आहेत, पृथ्वी पृष्ठाखालील खनिजांचा शोध लावला आहे, खडकांचे प्रकार ठरवले आहेत. मानवाचे मूळ शोधले आहे. पृथ्वीवर अवतरलेली हिमयुगे, सरकती भूखंडे, भूजल, हिमनद्या, महासागर त्यातील भिन्न

भिन्न प्राणी, सागरतळावरील धातू गोटे, सागर तळाखालील पर्वत, डोंगर, ज्वालामुखी इत्यादी माहिती जमा करण्याचे काम यशस्वी केले आहे पृथ्वी-भोवतालचे वातावरणाचे थर, अवकाशात वावरणारे अदृश्य किरण, सर्वोच्च पर्वत शिखरे इत्यादींचा शोध घेतला आहे. आपल्या पृथ्वीची तपशीलवार शास्त्रीय माहिती काढण्यात भूशास्त्रज्ञ दंग होऊन गेले आहेत.

घोंडूनानाने जणू काही चर्चेचा शेवट करावा अशा पद्धतीनेच हे वाक्य उच्चारले. ”

काल्पनिक अॅरिस्टॉटल् अंतर्धान पावला

“आपली मती तर अगदी कुठित होऊन गेली बुवा आधुनिक कालातील शास्त्रीय प्रगतीचा हा सारा वृत्तांत ऐकून ! सूक्ष्म अणूला वेठीला धरून प्रचंड शक्ती काय निर्माण करू लागलेत तुमचे शास्त्रज्ञ ! पाच पन्नास हायड्रोन बांबूचे जोरावर सर्व पृथ्वी उध्वस्त करण्याच्या युक्त्या काय तुम्ही शोधून काढल्यात ? अंतराळात संचार काय सुरू केला आहे तुम्ही लोकांनी ! अलिकडे खुद्द चंद्रावरही तुमच्या शास्त्रज्ञांनी मुक्कामही केला होता ! या एकेका गोष्टीचा विचार केला म्हणजे वाटतं की, या आधुनिक कालात आमच्या सारख्याची धडगत लागायची नाही. आधुनिक कालातील शास्त्रीय प्रगतीचा हा प्रचंड पसारा आपल्याला नाही बुवा झेपायचा, परवडायचा; तेव्हा आमच्या सारख्यांनी या पृथ्वीवरून काढता पाय घेणे हेच योग्य ठरेल.” भीतियुक्त निराशेच्या स्वरात अॅरिस्टॉटल् म्हणाला.

अवतीभोवती काळाकुट्ट अंधार पसरल्याचे माझ्या लक्षातच आले नाही. पाठीवर पडलेल्या जोराच्या थापेमुळे मी दचकून मागे वळून पाहिले तो भाजा बालमित्र बऱ्यावापू ! एका हातात खूप जड अशी पिशवी, दुसऱ्या हातात, मधूनच प्रकाशाचा झोत टाकणारी विजेरी, लहान छिन्नी, हातोडी, भिंग काखेत एक लांब सोटा असा त्याचा एकूण थाट !

“काय रे विसू, येथे काळोखात एकटाच वेताळासारखा बसून काय करतो आहेस ? घरी परतण्याची शुद्धबिद्ध आहे की नाही ? कसल्या विचारात गुंग

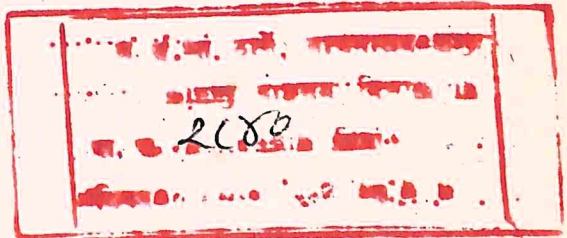
आहेस ए वढा ?” बन्याने गदगदा हलवीत मला विचारले.

“ म्हणजे, आमचा अमृत्या, गुलाबचंद, रंगाचारी, घोडूनाना कोणीच कसे दिसत नाहीत येथे ? आणि तो पुराणपुरुष अॅरिस्टॉटल् ? तो आतापर्यंत इथे होता ! गेला कोठे तो ?” मी आश्चर्यचकित होऊन म्हणालो.

“ कुठला अमृत्या आणि कसा अॅरिस्टॉटल् घेऊन बसलास ! मी आलो तेव्हा तर इथे तुझ्याशिवाय दुसरे कोणी चिटपाखरूहि नव्हते. रंगीवेरंगी व निरनिराळ्या जातीचे स्फटिक, दगड जमा करायच्या दर रविवारच्या माझ्या परिपाठाप्रमाणे मी आज वेताळ टेकडीकडे आलो. हे पहा. पिशवी भरेपर्यंत दगड जमा करून आता घरी परतावे म्हणून वाट चालू लागलो तो या बाजूला एक माणसासारखी आकृती दिसली, म्हणून म्हटले पहावे कोण आहे ते ! येथे येऊन पहातो तो तू अगदी एखाद्या ध्यानस्थ बसलेल्या साधूसारखा आपल्या विचारात गढून गेलेला ! तू एकटाच येथे काय करतो आहेस ?”

“ अरे, दर रविवारच्या कार्यक्रमाप्रमाणे मी, आमच्या पंचकडीतील इतर मंडळींची वाट पहात संध्याकाळीच येथे येऊन बसलो आणि म्हणता म्हणता विचाराची तंद्री लागली झाले ! आणि मग कशाचेच भान उरले नाही. या तंद्रीत आपोआप माझ्यापुढे अॅरिस्टॉटल् उभा राहिला व त्याच्यापुढे गेल्या २३०० वर्षांतील विज्ञानाच्या उलाढालीचा घावता व त्रोटक आढावा मी उभा केला. बरे झालं तू आलास ते ! सोबत झाली घरापर्यंत.”

मग बन्याबापू व मी घराची वाट चालू लागलो.



BVBK-0402840

प्रा. ना. वा. कोगेकर यांची साहित्य-संपदा

- १ निसर्ग नवलाई
- २ विज्ञानयुगाचे निमति (आवृत्ती तिसरी)
- ३ शोधांच्या नवलकथा
- ४ चाक व वाहने
- ५ चंद्रावर सफर (आवृत्ती तिसरी)
- ६ विश्वरचना
- ७ अंतरिक्ष प्रवास
- ८ सूर्य आणि सूर्यशक्तीचे उपयोग
- ९ मोजमापाची उत्क्रांती व दशमानपद्धती
- १० बहुरूपी भौतिकशक्ती
- ११ किरणांच्या दुनियेत
- १२ संशोधकांचे बालपण (भाग १ व २)
- १३ अणुशास्त्रज्ञांवरील खटला
- १४ निसर्गाचा प्रपंच
- १५ भारतीय विज्ञान तपस्वी
- १६ विज्ञान दीप
- १७ आपल्या ग्रहमालेतील नवग्रह - अनुवाद
- १८ सर्व विज्ञान परिचय भाग १ - अनुवाद
- १९ सर्व विज्ञान परिचय भाग २ - अनुवाद
- २० भारताची विज्ञानभूपणे (आवृत्ती तिसरी)
- २१ जग बदलले या शोधांनी (मराठी अनुवाद)
- २२ बहुरंगी विज्ञान (भाग १ ते ३)
- २३ विज्ञानाचे अलंकार (आवृत्ती दुसरी)
- २४ तुम्हीच करून पहा (आवृत्ती दुसरी)
- २५ विज्ञानयुगाचे शिल्पकार (भाग १ ते ८)