

## एकीकरणाकडे वाटचाल :

— जयंत नारळीकर

डॉ. जयंत नारळीकर हे एक जगत्विख्यात शास्त्रज्ञ म्हणून ओळखले जातात.

एका संस्कृत श्लोकात म्हटले आहे :

काव्येषु नाटकं रम्यं तत्र रम्या शकुंतला ।

तत्रापि च चतुर्थोऽंकः तत्र श्लोकचतुष्टयम् ॥

“ काव्य प्रकारात नाटक सर्वात मनोरंजक असते. नाटकांमध्ये कालिदासाचे शाकुंतल नाटक सर्वात रम्य आहे. त्या नाटकातल्या सर्व अंकात चौथा अंक सर्वात हृद्य आणि त्या अंकातले चार श्लोक सर्वात सुन्दर म्हणून निवडता येतील. ”

अशाच प्रकारचे विधान विज्ञानाबद्दल करता येईल. मानवी बुद्धीच्या सामर्थ्याचे सर्वोत्तम उदाहरण म्हणजे विज्ञान. विज्ञानाच्या अनेक प्रकारात सर्वात मूलभूत म्हणजे भौतिक शास्त्र. भौतिकशास्त्रातही मुळाशी गेल्यास चार मूल नियम सापडतात आणि ह्या चार नियमांचे एकीकरण कसे होते हे शोधून काढणे म्हणजे विज्ञानातील सर्वात मूलभूत संशोधन.

१६८७ मध्ये न्यूटन ने आपल्या ग्रंथात (Principia) गुह्रत्वाकर्षणाचा सिद्धांत मांडून ह्या चार नियमांपैकी पहिला शोधून काढला. १८६४ मध्ये मॅक्सवेलने विद्युतशास्त्र आणि चुंबकीयशास्त्र एकाच मूल नियमाचे घटक असल्याचे सिद्ध करून विद्युत चुंबकीय शास्त्र हा दुसरा मूल नियम वैज्ञानिकांपुढे ठेवला १९१५ मध्ये अल्बर्ट आइन्स्टाईन याने न्यूटनच्या गुह्रत्वाकर्षणाच्या सिद्धांतात आमूलाग्र संशोधन करून व्यापक सापेक्षतेचा (General Relativity) एक अभिनव सिद्धांत मांडला.

हा सिद्धांत मांडताना आइन्स्टाईनला असे वाटत होते की, त्या मागची कल्पना अधिक व्यापक करून गुह्रत्वाकर्षण

आणि विद्युत चुंबकीयशास्त्र हे दोन्ही एकात समाविष्ट करणारा सिद्धांत अस्तित्वात असायला पाहिजे व आपल्या जीवनातली शेवटची तीन दशके असा सिद्धांत शोधून काढण्याच्या प्रयत्नात त्याने घालवली. त्यांत त्याला यश मिळाले नाही.

ही एकीकरण सिद्धांताची ही कल्पना इतर भौतिक शास्त्रज्ञांना पटली नाही. त्यासंबंधी पावली नावाच्या प्रख्यात शास्त्रज्ञाने काढलेले उद्गार मजेशीर पण खोचक आहेत. खिरश्चन लग्नसमारंभात धर्मगुरू लग्न लावून दिल्यावर म्हणतो “आज ज्यांना देवाने एकत्र जोडले त्यांना कोणीही माणूस वेगळे न करो.” पावलीने ह्या वाक्यात बदल करून असे म्हटले “ज्या (नियमां) ना देवानेच वेगळे ठेवले त्यांना एकत्र आणण्याचा उपद्व्याप कोणी माणूस न करो !”

ही झाली १९५०-६० मधली वैज्ञानिक विचासरणी. बायकाच्या फॅशन्सप्रमाणे वैज्ञानिकांच्या फॅशन्स देखील बदलत असतात. आइन्स्टाईनची एकीकरणाची कल्पना आज वेगळ्या स्वरूपात पुन्हा पुढे येत आहे. इतकेच नव्हे तर हे एकीकरण सर्व मूलभूत नियमांचे करावे असा प्रयत्न आज चालू आहे.

व्यापक सापेक्षतावादाच्या निमित्तीनंतर दोन दशकात भौतिकशास्त्रात आणखी दोन मूलभूत नियमांची भर पडली. त्यांना मंद क्रिया (Weak Interaction) आणि तीव्र क्रिया (Strong Interaction) म्हणतात. दोन्ही क्रिया सूक्ष्म कणांच्या परस्पर व्यवहारात महत्त्वाच्या आहेत. मात्र त्यांचे अस्तित्व लहान अंतरापर्यंत (मिमी

मीटरच्या सहस्राब्जांशापर्यंत) मर्यादित असल्यामुळे दैनंदिन व्यवहारात त्यांचे अस्तित्व आपल्याला जाणवत नाही. ह्या बाबतीत पहिल्या दोन नियमांत आणि त्यांच्यात फरक आहे

१९६८ च्या सुमारास अब्दुस सलाम आणि स्टीव्हन वाइनबर्ग ह्या दोघां शास्त्रज्ञांनी स्वतंत्रपणे अशी कल्पना मांडली की, विद्युच्चुंबकीय नियम आणि मंदक्रियेचा नियम हे एका संयुक्त नियमाची दोन भिन्न रूपे असू शकतील. विद्युत-मंद सिद्धांत (Electro Weak Theory) ह्या नावाने त्या कल्पनेला त्यांनी मूर्त स्वरूप दिले. हा सिद्धांत पडताळून पहायला अतिवेगवान सूक्ष्म कणांची टक्कर घडवून आणणे आवश्यक होते. सन आणि फर्मिलॅब ह्या दोन ठिकाणी वेगवान कणांच्या टकरी घडवून आणणारी यंत्रे आहेत. (पहा चित्र क्रमांक-१) ह्या यंत्रांनी हा सिद्धांत बरोबर असल्याचा निर्वाळा दिला. सलाम व वाइनबर्ग यांना नोबेल पुरस्कार मिळाला तो ह्याच करता. त्यानंतर अलिकडेच ह्या संयुक्त विद्युतमंदक्रियेत मध्यस्थी करणाऱ्या कणाचे वस्तुमान मोजण्यात शास्त्रज्ञांना यश आले.

ह्या यशामुळे शास्त्रज्ञांची महत्त्वाकांक्षा वाढली. विद्युतमंद सिद्धांत आणि तीव्रक्रियेचा सिद्धांत याचेही एकीकरण करावी अशी कल्पना निघाली. एकीकरणाचा महासिद्धांत (Grand unified Theory) कसा असावा ह्याबद्दल अनेक मते प्रचलित आहेत. सलाम आणि जोगेश पटी यांनी अशाप्रकारचा सिद्धांत मांडला तसेच वाइनबर्ग व विल्फझेक यांनी पण इतरही अनेक अनुभवी व नवशिके शास्त्रज्ञ ह्या क्षेत्रात उतरले आहेत.

एकीकरणाचा महासिद्धांत तपासून पाहण्याची क्षमता मात्र कुठल्याच मानवनिर्मित सूक्ष्मकणांच्या यंत्रात नाही. कारण जरी वेगवेगळ्या शास्त्रज्ञांचे महासिद्धांत वेगळे असले तरी त्यांचे एका ऊर्जेचे बाबतीत एकमत आहे. ह्या सिद्धांताची खुबी तपासायला ज्या ऊर्जेचे मूलकण पाहिजेत ती ऊर्जा सध्याच्या प्रचंड फर्मिलॅबमधील यंत्रात तयार होणाऱ्या ऊर्जेच्या सहस्र अब्ज पटीने जास्त आहे.

मग हे महासिद्धांत तपासून कसे पहायचे ? कारण वैज्ञानिक केवळ अशाच सिद्धांतांना महत्त्व देतात, ज्यांची प्रयोगशाळेत चाचणी होऊ शकेल. ह्या पेचातून एक मार्ग

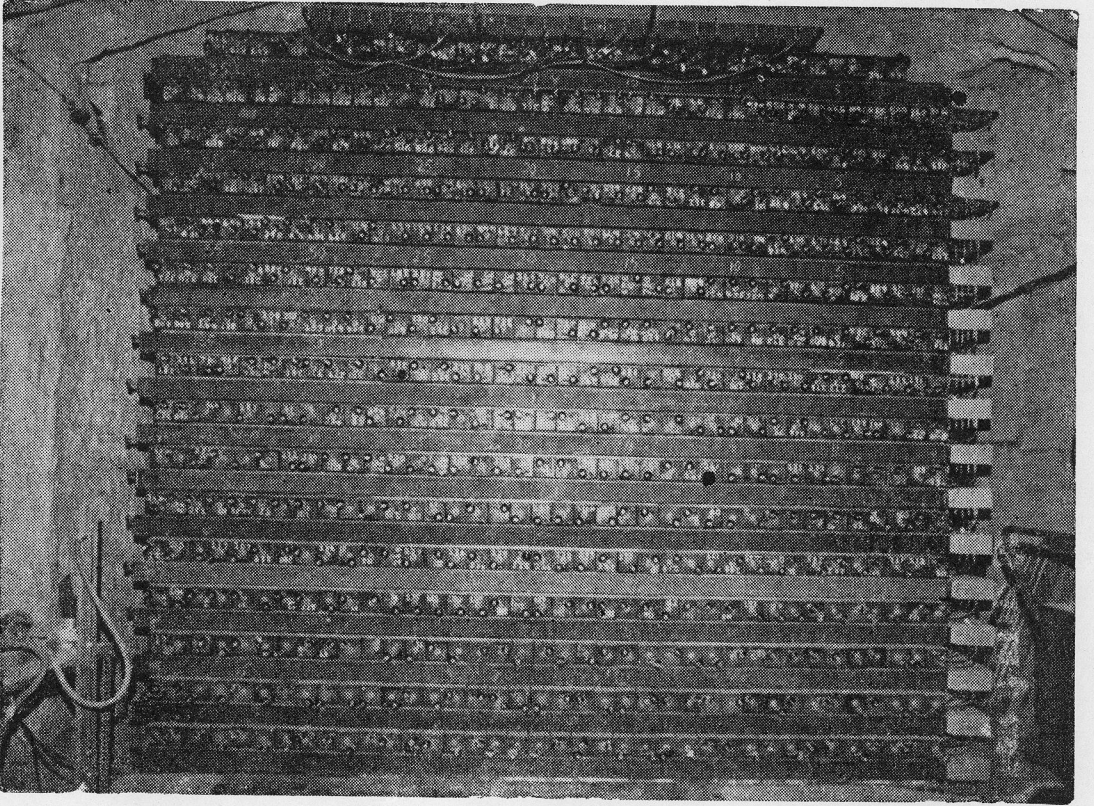
अनपेक्षितरीत्या उपलब्ध झाला आहे. तो मार्ग विश्वरचना-शास्त्राने दाखवला आहे. विश्वाच्या निर्मितीचा महास्फोटाचा सिद्धांत असे सांगतो की, निर्मितीक्षणाच्या अत्यल्प काळानंतर विश्वात इतक्या प्रचंड ऊर्जेचे कण अस्तित्वात होते. हा अत्यल्प कालखंड म्हणजे सेकंदाचा अब्ज-अब्ज अब्ज-अब्जांश ! अशा कारणामुळे अतिसूक्ष्म-कणाचे अभ्यासक आता आपले लक्ष विशालविश्वाकडे केंद्रित करताहेत. विश्वाचे प्रारंभिक क्षण ( महास्फोटा-नंतरचे ) एकीकरणाच्या महासिद्धांताकरता महत्त्वाचे मानले जातात.

ह्या संदर्भात बदलत्या फॅशनचे आणखी एक उदाहरण पाहा. १९४८ मध्ये स्थिरस्थितीचा विश्वसिद्धांत मांडतांना फ्रेड हॉयल यांनी मूलकणांची निर्मिती होऊ शकते अशी कल्पना मांडली होती. परंतु प्रोटॉनसारखे मूलकण अक्षय्य आणि अविभाज्य असतात, असे तीव्र क्रियेचा नियम त्यावेळी सांगत होते. त्यामुळे प्रोटॉनची निर्मिती शक्य नाही असे त्यावेळचे विज्ञान धुरंधर म्हणाले. परंतु आजचे एकीकरणाचे महासिद्धांत सांगतात की, प्रोटॉन हा 'मूल' कण तर नव्हेच पण तो नश्वर आहे. प्रोटॉनचा न्हास व निर्मिती ह्या घटना आता शक्य कोटीतल्या मानल्या जातात.

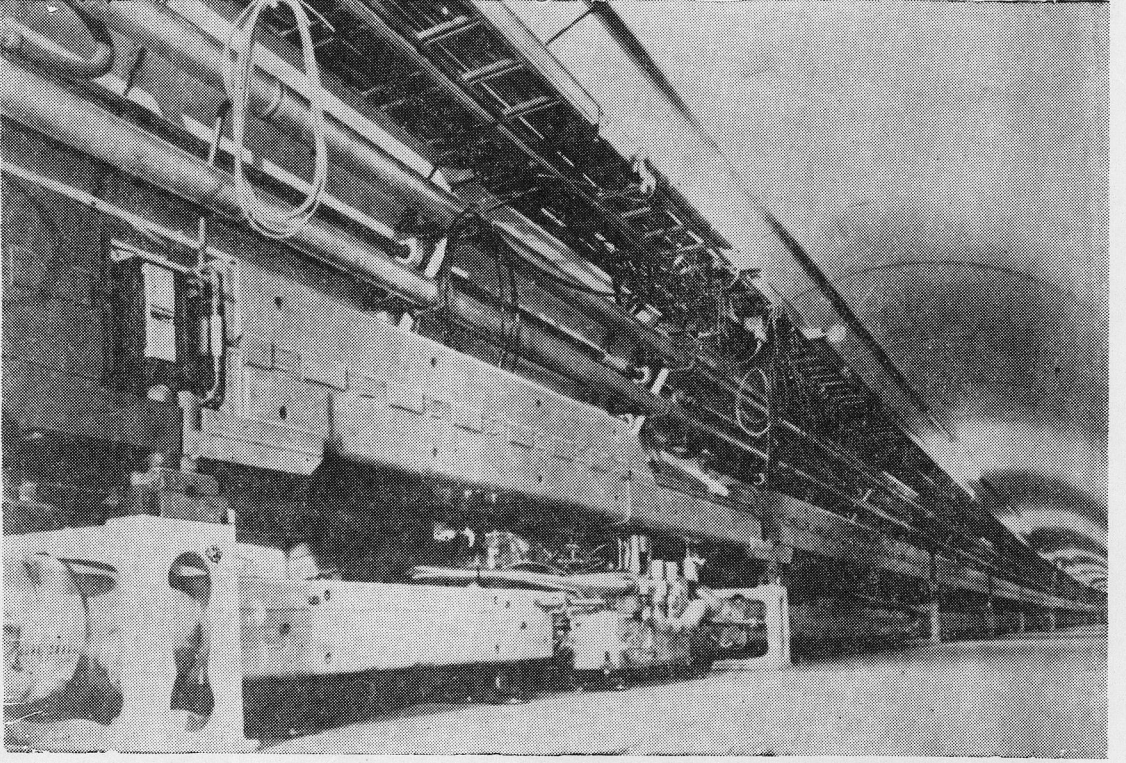
प्रोटॉन नश्वर असला तरी त्याचे आयुष्य सरासरी दहा सहस्र अब्ज-अब्ज-अब्ज वर्षे इतके ( किंवा जास्तच ) असेल अशी अपेक्षा आहे. याचा अर्थ, दहासहस्र अब्ज अब्ज प्रोटॉन पैकी एखाद दुसरा नष्ट झालेला वर्षभराच्या निरीक्षणात दिसून येईल. प्रयोगाने प्रोटॉनचा न्हास पाहण्याचे प्रयत्न सध्या चालू आहेत.

चित्रक्रमांक - २ मध्ये भारतातील कोलार सुवर्ण खाणीतला प्रयोग दाखवला आहे. जागतिक प्रयोगापैकी हा पहिला महत्त्वाचा प्रयोग आहे.

अशा तऱ्हेने आइन्स्टाइनने दाखवलेल्या एकीकरणाच्या दिशेने विज्ञानाची वाटचाल सुरू आहे. पण आइन्स्टाइन प्रणीत गुरुत्वाकर्षणाचा नियम अद्यापि एकीकरणांच्या प्रयत्नापासून अलिप्तच आहे.



चित्र क्रमांक २ - कोलार येथील सोन्याच्या खाणीत उभारलेली ही मोठी लोखंडाची रास जवळजवळ १४० टन वजनाची आहे. त्यात क्रमाक्रमाने पेरलेले संसूचक त्यातून जाणाऱ्या सूक्ष्म कणांची माहिती देतात. प्रोटॉनचा क्षय झाल्यावर उत्पन्न झालेले कण ह्या संसूचकात दिसून येतील. आजवरील दोन वर्षांच्या निरीक्षणानंतर ४-५ प्रोटॉनक्षयाचे नमुने दिसून आले असावेत असा प्रयोजकाचा तर्क आहे. जपान आणि भारत यांच्या शास्त्रज्ञांच्या संयुक्त विद्यमाने हा प्रयोग चालू आहे व भारतातील बाजू टाटा इंस्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्चने संभाळली आहे.



चित्र क्रमांक १ - फर्मिलेब येथील यंत्राचे छायाचित्रे, चित्रात दाखवलेला बोगदा वर्तुळाकार असून त्याचा परीघ एक मैलाहून जास्त आहे. ह्या गोलमार्गाने सूक्ष्म कणाना गोल गोल फिरवून त्यांचा वेग वाढवण्यात येतो.