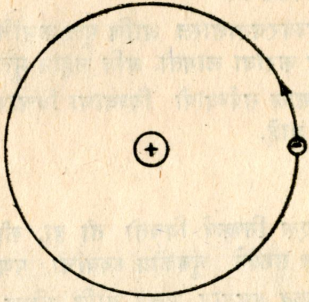


अणुच्या अंतरंगासाठी विश्वाकडे धाव

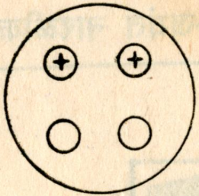
अणु हा पदार्थाचा सर्वांत लहान अभेद्य घटक आहे अशी धारणा गेल्या शतकाअखेर विज्ञानात रूजू झाली होती. पदार्थाचे रासायनिक गुण अणुरेणूंच्या विविधतेतून कसे उद्भवतात याची कारणमीमांसा रसायनशास्त्रज्ञ करू शकत होते.

पुढे भौतिकशास्त्रज्ञांनी अणुची रचना शोधून काढली. चित्रक्रमांक १ मध्ये दर्शवल्याप्रमाणे अणुच्या केंद्रस्थानी धनात्मक



चित्र १

१. हायड्रोजनच्या अणूत केंद्रस्थानी धनात्मक विद्युत्भाराचा प्रोटॉन तर त्याभोवती वर्तुळाकार कक्षेत घिरट्या घालणारा ऋणात्मक विद्युत्भाराचा इलेक्ट्रॉन असतो. मोठ्या अणूत अनेक वर्तुळांत अनेक इलेक्ट्रॉन आढळतात, पण धनात्मक विद्युत्भार केंद्रस्थानीच साठवले जातात.



चित्र २

२. हीलियमच्या अणुगर्भात दोन धनात्मक विद्युत्भाराचे प्रोटॉन व दोन विद्युत्भार नसलेले न्यूट्रॉन सापडतात.

तरी अणुगर्भाचे रूपांतर प्रयोगशाळेत घडवता येते हे दाखवले.

मूल कण तरी अभेद्य आहेत का ?

इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉन हे मूल कण म्हणून ओळखले जाऊ लागले. पण 'मूल' त्या विशेषणाला अभिप्रेत असलेला अभेद्य-

तेचा गुण ह्या कणांत नाही हे शास्त्रज्ञांच्या लक्षात येऊ लागले. मोठाले अॅक्सेलेरेटर (पहा विज्ञानवेध-१) वांधून त्यांत मूल कणांच्या वेगाने टकरी घडवून आणून शास्त्रज्ञांनी असे दाखवून दिले की मूल कणांचे एकमेकांत परिवर्तन घडून येते. म्हणजे ज्याप्रमाणे अणुगर्भाचे एकमेकांत परिवर्तन करता येते त्याचप्रमाणे काही मूल कणांचे देखील.

ह्याचा अर्थ मूल कणांचेदेखील घटक असतात. त्या घटकांचे आदानप्रदान करून मूल कणही बदलता येतात. हे घटक कसले असतील ? १९६३ च्या सुमारास गेलमान आणि इवाइग यांनी मांडलेले विचार आता सर्वसामान्यपणे प्रचारात आहेत, आणि त्या घटकांना क्वार्क म्हणतात.

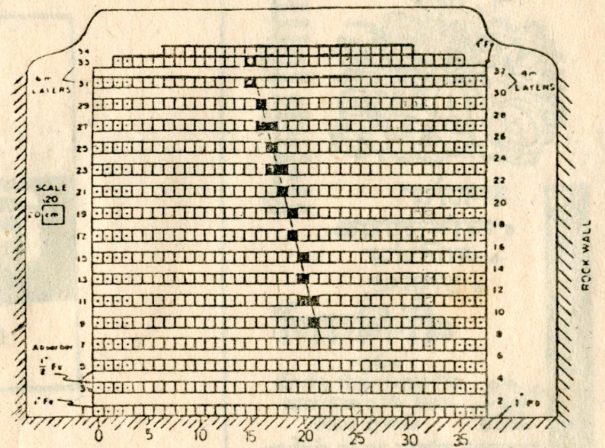
क्वार्कचे आदानप्रदान कसे होईल हे ठरवणारे नियम आधुनिक बीजगणिताने ठरवले जातात. बीजगणितातली ग्रुप थिअरी (मराठी पारिभाषिक शब्द 'गट सिद्धान्त') येथे उपयोगी पडते. अमूर्त गणित कसे उपयोगी असते याचे हे एक उदाहरण.

क्वार्कचा शोध आणि प्रोटॉनचा क्षय

ज्याप्रमाणे अणुगर्भ फोडून त्यांतले प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉन बाहेर काढण्यात शास्त्रज्ञांना यश मिळाले त्याप्रमाणे मूल कण फोडून त्यांतले क्वार्क बाहेर काढण्यात मिळाले का ? बहुसंख्य शास्त्रज्ञ ह्या प्रश्नाचे नकारात्मक उत्तर देतील. परंतु स्टॅनफर्ड येथील फेअरबॅक्स ह्या प्रतिष्ठित शास्त्रज्ञाने असा दावा केला आहे, की त्याला त्याच्या प्रयोगात इलेक्ट्रॉन किंवा प्रोटॉनच्या विद्युत्भाराच्या तृतीयांशाने विद्युत्भार असलेले मूल कण सापडले आहेत. असा विद्युत्भार असलेले कण क्वार्कच असू शकतील.

परंतु मूल कणांचा अभ्यास करणारे शास्त्रज्ञ म्हणतात, की क्वार्कांना एकत्र आवळून धरणारे बळ इतके प्रखर आहे, की त्यातून एकटेदुकटे क्वार्क सुटून येणे शक्य नाही. ह्यामुळेच तीन क्वार्कचा

३. कोलार सोऱ्याच्या खाणीत प्रोटॉनचा क्षय होऊन त्यांतून लहानसे कण बाहेर पडतात का, ते पाहण्याचा प्रयत्न चालू आहे. त्यासाठी वापरण्यात आलेल्या उपकरणाचे चित्र.



बनलेला प्रोटॉन अविभाज्य स्थितीत राहू शकतो. सध्याच्या प्रयोगा-
नुसार प्रोटॉन सहस्र अब्ज अब्ज अब्ज (१ वर ३० शून्ये) इतक्याहून
अधिक काळ अक्षय स्थितीत राहू शकतो.

याचा अर्थ जर आपण सहस्र अब्ज अब्ज अब्ज प्रोटॉनचा ढीग
वर्षभर तपासला तरी कदाचित वर्षाअखेर त्यांतला एखादा प्रोटॉन
कमी झालेला दिसेल. प्रोटॉन नश्वर आहे ही कल्पना अलीकडल्या
काळातली आहे, आणि ती तपासून पाहिली प्रथम भारतातील शास्त्र-
ज्ञांनी- कोलार येथील सोन्याच्या खाणीतील टाटा इन्स्टिट्यूट व
जपानमधील शास्त्रज्ञांच्या प्रयोगांच्या आधारे.

कोलार सोन्याच्या खाणीत प्रोटॉनचा क्षय होऊन त्यातून
लहानगे कण बाहेर पडतात का, हे बघण्याचा प्रयत्न चालू आहे. त्या-
साठी वापरण्यात आलेले उपकरण चित्र क्रमांक ३ मध्ये दिसत आहे.
(हे उपकरण २३०० मीटर खोल जमिनीत असून त्यात प्रोटॉनच्या
क्षयातून बाहेर पडणारे कण ओळखणारे थर बसविले आहेत. म्युऑन
कणांचा मार्ग ह्या थरांमध्ये उठून दिसतो. असे मार्ग तपासून ते कसे
निर्माण झाले असतील त्यावरून त्यांच्या मुळाशी प्रोटॉनचा क्षय आहे
की नाही, ते ठरविण्यात येते.

परंतु प्रोटॉनसारखे चिरस्थायी कण फोडून त्यांतले घटक वेगळे
करायला जेवढी ऊर्जा वापरावी लागेल त्यासाठी एकमेकांवर आपट-
णारे अति वेगवान मूल कण निर्माण करणारे अॅक्सेलेरेटर तयार करणे
आधुनिक तंत्रज्ञानाला शक्य नाही. त्यातून जितक्या ऊर्जेचे मूल
कण निर्माण होतात त्यांच्या सहस्र अब्ज पटींनी अधिक ऊर्जेचे
मूल कण तयार करणाऱ्या अॅक्सेलेरेटर प्रोटॉनसारख्या मूल कणांची
चिरफाड करायला पाहिजे.

महास्फोटाचे विश्व

असा अॅक्सेलेरेटर मानवनिर्मित नसला तरी नैसर्गिक असेल
का? ह्या प्रश्नाचे उत्तर शास्त्रज्ञांना विश्वरचना शास्त्रात मिळते.

ताऱ्यांचे स्फोट, तारकाविषयांचे स्फोट, क्वेसारमध्ये घडणारे
स्फोट ही नैसर्गिक ऊर्जेच्या निर्मितांची ठिकाणे आहेत. परंतु हे स्फोट-
देखील वरील निकष लावल्यास पुरेसे शक्तिमान ठरत नाहीत. मूल

कणांच्या रचनेत महत्त्वाचे फेरबदल घडवून आणणारा स्फोट केवळ
एकाच परिस्थितीत घडला असावा. तो म्हणजे विश्वनिर्मितीच्या
वेळाचा महास्फोट. ह्या महास्फोटात विश्व अस्तित्वात आले असे
जर मानले तर त्या सिद्धान्तातून असा निष्कर्ष निघतो, की उत्पत्तीच्या
अल्प काळानंतरच स्फोटाचे परिणाम कमी कमी होतात. तेव्हा अल्प
काळ गुजरण्यापूर्वीच मूल कण वगैरे अस्तित्वात आले असावेत. वर
सांगितलेला वैश्विक अॅक्सेलेरेटर हा ह्या अल्पकाळातच काम करत
होता. पुढे तोही थंडावला. हा अल्प काळ म्हणजे केवढा अल्प?

सेकंदाचे अब्ज तुकडे करा. एका तुकड्याचे परत अब्ज भाग
करा. त्या भागाचे परत अब्ज भाग आणि त्यांतल्या एका भागाचे परत
अब्ज भाग.

इतक्या अल्प काळात हे सर्व घडले !

अर्थात हे गणित मांडायला विश्वरचनाशास्त्र आणि मूल कणांचे
शास्त्र ह्या दोन्ही शास्त्रांचा समन्वय करावा लागतो. अति लहान मूल
कणांचा विचार करताना अतिविशाल सर्वव्यापी विश्वाचा विचार
करावा लागतो, ही गमतीची गोष्ट आहे.

चुंबकीय ध्रुवाचा शोध

वरील गणितातून आणखी एक निष्कर्ष निघतो तो हा, की
मूल कणांच्या निर्मितीसमयीच प्रचंड संख्येने चुंबकीय ध्रुवांची पण
निर्मिती झाली. लोहचुंबकात दोन ध्रुव असतात. उत्तर आणि दक्षिण.
चुंबक मध्ये कापला तर दोन ध्रुव वेगळे होत नाहीत. दोन्ही भागांत
परत दोन टोकांना दोन ध्रुव दिसतात. सृष्टीत एकुलते ध्रुव (केवळ
उत्तर किंवा केवळ दक्षिण) असलेले चुंबक असणार नाहीत, असाच
शास्त्रज्ञांचा आजवरचा समज होता. त्याला वरील गणिताने धक्का
दिला आहे.

मग हे आदिकाळात जन्माला आलेले एकुलते ध्रुव आज का
दिसत नाहीत, हे एक मोठे कोडे आहे. काही महिन्यांपूर्वी स्टॅनफर्ड
येथील फेअरबँक्स यानेच असा एक एकुलता ध्रुव सापडल्याचा दावा
केला. वरील गणिताच्या संदर्भात त्या प्रयोगाला पुष्कळ महत्त्व दिले
जाते.