आठवण आणि शिकवण

विलक्षण वैज्ञानिक प्रगतीचा फायदा विविध मार्गांनी तंत्रज्ञान विकसित करण्यात झाला आणि होत आहे; परंतु वाढत्या तंत्रज्ञानाने विसाव्या शतकात काही सावधगिरीचे इशारेही दिले ते लक्षात घेतले पाहिजेत.

डॉ. जयंत नारळीकर

आल्विन टॉफ्लर याच्या गाजलेल्या पुस्तकात 'द फ्यूचर शॉक'मध्ये त्याने विज्ञान आणि तंत्रज्ञान यांच्या वाढत्या वेगाचे वर्णन केले आहे, ते विसाव्या शतकाच्या संदर्भात. या शतकात विज्ञानात मूळ विचारसरणीपासून प्रायोगिक शोधमालिकेत 'न भूतो' अशी भर पडत गेली; तसेच मूळ वैज्ञानिक शोधांचे उपयोजित तंत्रज्ञानात रूपांतरही अनेक रूपांत 'न भूतो' असेच झाले. मात्र या दोन्ही बाबतींत त्यांच्या भविष्यातील वाढीबद्दल अटकळ बांधताना गेल्या शतकातली (म्हणजे मावळत्या विसाव्या शतकातली) वाढ 'न भविष्यति' स्वरूपाची होती, असे कोणी म्हणायला धजणार नाही.

साहजिकच मावळत्या शतकातले विज्ञान-तंत्रज्ञानातले उल्लेखनीय शोध कोणते, हे सांगताना वेळेची व जागेची मर्यादा जाणवते. म्हणून या आढाव्यातल्या यादीत अनेक बाबींचा अभाव जाणवल्यास आश्चर्य नाही. काही अपवाद सोडल्यास ही यादी प्रतीकात्मक समजावी.

गणित : विज्ञानाची राणी

'विज्ञानाची राणी' म्हणून गाऊससारख्या गाजलेल्या गणितज्ञाने गणिताचा सन्मान केला, तर काहींनी त्याला विज्ञानाची सेविकापण म्हटले. विज्ञानाला लागणाऱ्या तर्कशास्त्राची परिसीमा गाठली जाते गणितात. त्याची दोन उदाहरणे (म्हणजे पूर्वीपासून चालत आलेले यक्षप्रश्न विसाव्या शतकात सुटले.) अशा प्रकारची! पृथ्वीवरच्या किंवा कागदावर विविध देशांचे, प्रांतांचे नकाशे रंगवण्याचे काम कमीत कमी चारच रंगांत शक्य आहे, हे सिद्ध होऊ शकले. हा 'चार रंगांचा प्रश्न' दिसायला सोपा; पण सोडवण्यास कठीण! त्याचा निकाल लावताना आपेल आणि हाकेन या गणितज्ञांना १९७६-७७ मध्ये उपलब्ध संगणकाला बाराशे तास झुंजत ठेवावे लागले. त्याचप्रमाणे 'फर्माचे शेवटचे प्रमेय' ॲण्ड्यू वाईल याने १९९५ मध्ये सोडवले. त्यासाठी पण पुष्कळ गणिती पूर्वपीठिका लागली. तीनचा वर्ग आणि चारचा वर्ग यांची बेरीज केली, की पाचचा वर्ग होतो. वर्ग म्हणजे दुसरा घात. तिसरा किंवा अधिक वरचा घात वापरून असाच नियम मिळत नाही. (पूर्णांकांबाबत) हे फर्माचे प्रमेय! सांगायला सोपे; पण सिद्ध करायला अवघड.

अशा पार्श्वभूमीवर प्रमेयांच्या जाळ्यातून आपल्याला अपेक्षित नियम सिद्ध करण्याऐवजी असे नियम आपल्या आंतरिक स्फूर्तीने 'पाहू' शकणारा श्रीनिवास रामानुजन (१८८७-१९२०) हा एक चमत्कारच म्हटला पाहिजे. अंकगणितातले बरेच गहन नियम त्याला मांडता आले, ज्यांची सिद्धता हार्डी-लिट्लवूडपासून अनेक गणितज्ञांनी नंतर दिली. दुर्दैवाने हा प्रतिभावान गणिती अल्पायुषी ठरला.

पुंजवाद आणि सापेक्षतावाद : दुहेरी क्रांती

विसाव्या शतकाची नांदीच क्रांतिकारक विचारांनी झाली. ही क्रांती सामाजिक वा राजनीतिक नसून वैज्ञानिक होती. न्यूटनपासून सुरळीत चालू असलेल्या भौतिक विज्ञानाच्या आगगाडीला रुळावरून घसरवू पाहणारी होती. अतिसूक्ष्म वस्तूंच्या, अणुरेणूंच्या अंतरंगात न्यूटनप्रणीत नियम लागू होत नाहीत, हे मॅक्सप्लांक अल्बर्ट आईनस्टाईन आणि नील्स बोह्‌र या शास्त्रज्ञांनी १९००-१९१० च्या दरम्यान दाखवून दिले. हे नवे नियम नीट मांडून गाडी रुळावर आणण्याचे काम श्रोडिंजर, हायजेनबर्ग आणि डिरॅक प्रभृती शास्त्रज्ञांनी केले; पण तोपर्यंत विसाव्या शतकातली तीन दशके उलटली. याला पुंजवाद (क्वांटम थिअरी) म्हणतात. हा होता पहिला धक्का.

दुसरा धक्का आपल्या अवकाश-काल यांच्या मापनाच्या कल्पनांना बसला. न्यूटनच्या सांगण्याप्रमाणे अवकाश आणि काल व्यक्तिनिरपेक्ष मानले जायचे. सापेक्षतेच्या सिद्धांतानुसार ही मोजमापे व्यक्तिसापेक्ष ठरली. आपण एका व्यक्तीला वेगाने जाताना पाहतो. त्याचे घड्याळ आपल्या घड्याळापेक्षा मंद चालताना दिसेल. गंमत म्हणजे त्या व्यक्तीला आपण वेगाने जाताना दिसू आणि आपले घड्याळ (त्याच्या घड्याळाच्या तुलनेत) हळू जात आहे, असे त्याला वाटेल. हे कसे शक्य आहे? तसेच गुरुत्वाकर्षणाचा जोर वाढला तर घड्याळ हळू चालेल, हेही सामान्यपणे न पटणारे विधान आहे. असा हा सापेक्षता (रिलेटिव्हिटी) सिद्धांत!

परंतु मानवी मेंदूला पटो न पटो, निसर्ग हेच नियम पाळतो, हे हळुहळू दिसून आले. सूक्ष्माचा अभ्यास या नव्या पुंजवादाने आणि वेगवान वस्तू किंवा प्रबळ गुरुत्वाकर्षण यांचा अभ्यास सापेक्षतेद्वारे करणे प्राप्त झाले.

विश्वरूप दर्शन : हबलचा नियम

सूक्ष्मापासून ब्रह्मांडाकडे वळता येथेही खगोल निरीक्षणांनी क्रांती घडवलेली दिसून येते. एकोणिसाव्या शतकातील वेध आपल्या आकाशगंगेपर्यंतच मर्यादित होते. १९२५-३० च्या काळात मुख्यत्वेकरून एड्विन हबल याच्या निरीक्षणातून आकाशगंगेबाहेर पसरलेल्या अफाट विश्वाची जाणीव झाली आणि ते विश्व प्रसरण पावत आहे, याचे पुरावे मिळाले. आजचे खगोलशास्त्रज्ञ या प्रसरणशील विश्वाचा पूर्वेतिहास कसा होता, ते ठरवण्यात गुंतले आहेत. या विश्वरूपदर्शनाला हातभार लावला प्रचंड दुर्बिणींनी. ज्या केवळ दृश्यप्रकाशापर्यंतच मर्यादित नसून इतर प्रकाशरूपांचाही वापर करतात आणि अशासाठी (रेडिओ दुर्बीण सोडल्यास) त्यांना वायुमंडलावरून निरीक्षणे घ्यावी लागतात. अंतराळ तंत्रज्ञानाने हे सर्व शक्य केले शतकाच्या उत्तरार्धात. इतकेच नव्हे, ग्रहांचे जवळून निरीक्षण करू शकणारी अंतराळयाने पण याच तंत्रज्ञानामुळे शक्य झाली. शनी आणि मंगळ यांसारख्या ग्रहांना दुरून पाहून त्यांच्याबद्दल अंधविश्वास आणि गैरसमज निर्माण झाले आहेत, ते अशा जवळच्या निरीक्षणांनी हळुहळू दूर होतील.

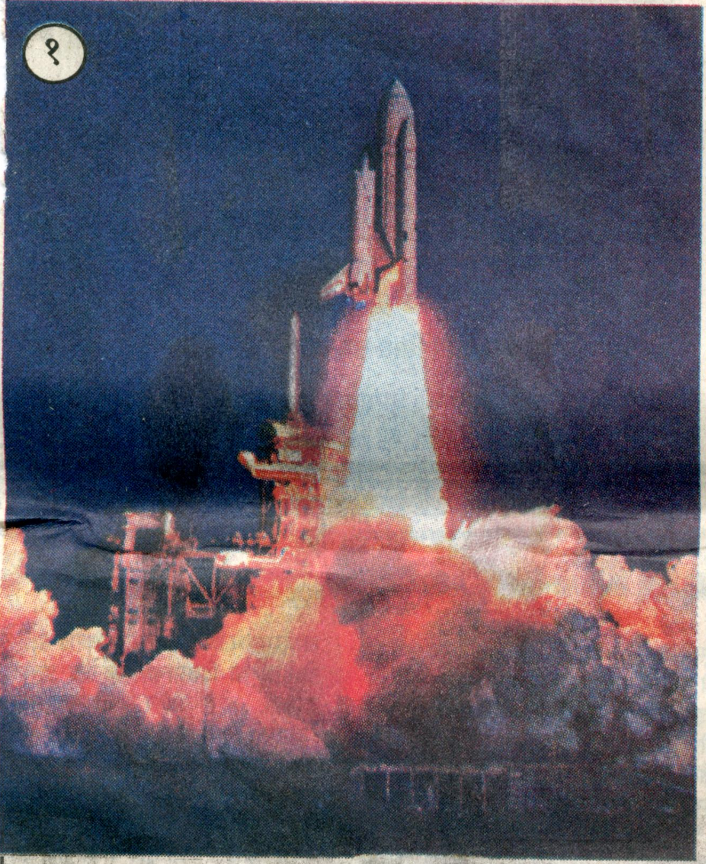
अतिशीतल वस्तूंचे विज्ञान

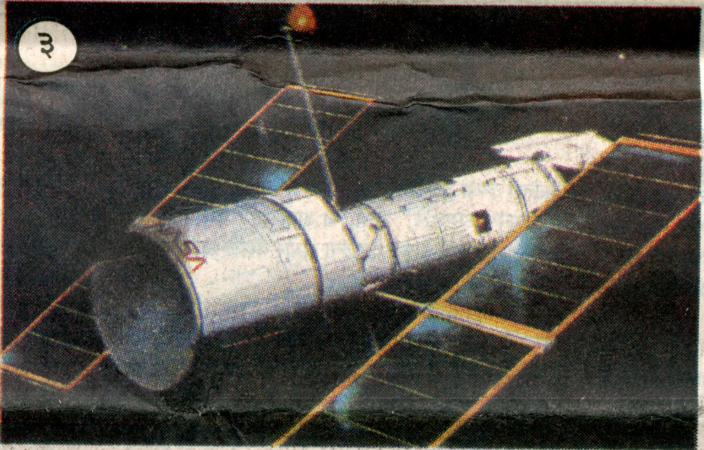
वाढत्या तंत्रसामर्थ्याचा फायदा घेऊन पदार्थांच्या मूलभूत गुणांचा अभ्यास - त्यांचे तापमान शक्य तितके कमी करून - करण्याचे प्रयत्न पुष्कळ झाले आणि त्यातून नवनवे नियम सापडले. 'अतिद्रावकता', 'अतिसंवादकता' (सुपर फ्लुईडिटी, सुपर कंडक्टिव्हिटी) आदी काय दर्शवितात? आपण दैनंदिन जीवनात अनुभवतो ते तापमान असे आहे, की त्यातून पदार्थांच्या घटकात खळबळ (रेणूंचे परस्परांवर आपटणे) चालू असते; पण तापमान कमी करून निरपेक्ष शून्याकडे (सेल्सिअस शून्याच्या २७३ अंश खालपर्यंत) नेले, की ही खळबळ कमी होत जाते आणि पदार्थांच्या घटकांत वेगळी सुसूत्रता येते आणि त्याचे गुणधर्म बदलतात. या बदललेल्या गुणधर्मांचा अभ्यास भौतिकशास्त्राच्या एका महत्त्वाच्या शाखेत रूपांतरित झालेला आहे. त्यातून तंत्रज्ञानाला उपयोगी पुष्कळच माहिती मिळाली आहे. अर्धवाहक (सेमी कंडक्टर) हा आणखी एक गुण, ज्याचा फायदा ट्रान्झिस्टर, संगणक आदींना मिळतो. एकूणच असे म्हणता येईल, की एकोणिसाव्या शतकात ज्याप्रमाणे सामान्य वा उच्च तापमानात वायू आणि द्रवांचा अभ्यास झाला, तसा आता ठोस पदार्थांचा अभ्यास विसाव्या शतकात झाला.

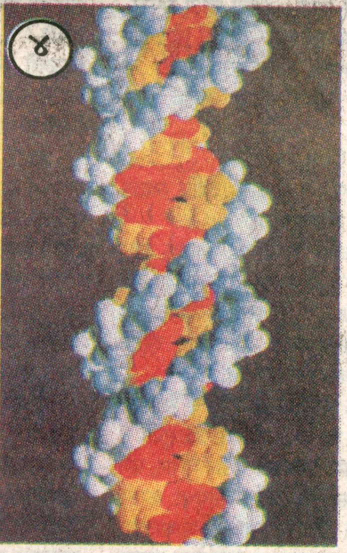
रसायनशास्त्र

एकोणिसाव्या शतकात रसायनशास्त्र आणि भौतिकशास्त्र वेगळे विषय मानले जायचे. विसाव्या शतकाने ज्यांना जवळ आणले, रसायनांचा अभ्यास करताना त्यांची मूलभूत आण्विक रचना माहीत झाली, तर त्यातील परस्पर बळांची माहिती उपयोगी पडते. ही माहिती भौतिक विज्ञान पुरवते. 'केमिकल फिजिक्स' किंवा 'फिजिकल केमिस्ट्री' हे विषय त्या परस्पर संबंधाची द्योतक आहेत.

रसायनशास्त्राचा (पान २ वर)







१) १२६ यान २) संगणक ३) हबल अंतराळ दुर्बीण ४) डीएनए प्रतिकृती.

आठवण आणि शिकवण

(पान १ वरून)

संबंध ऑरगॅनिक केमिस्ट्रीच्या मार्गाने जीवशास्त्राशी पण येऊ लागला, तो विसाव्या शतकात. आज बायोकेमिस्ट्री हा विषय या दोन विज्ञान शाखांदरम्यानचा सेतू म्हटला पाहिजे.

जीवशास्त्र

ज्याप्रमाणे विसाव्या शतकात भौतिकशास्त्राने विलक्षण भरारी मारली; तसेच एकविसाव्या शतकात जीवशास्त्र महत्त्वाचे टप्पे सर करणार असे दिसते. विसाव्या शतकाच्या मध्यावर जेम्स वॉट्सन आणि फ्रान्सिस क्रिक यांनी डीएनए या जीवसृष्टीच्या (पृथ्वीवरच्या) मुळाशी सापडणाऱ्या रेणूची रचना शोधून काढली आणि रेणूंवर अधिष्ठित जीवशास्त्राला जणू शिटी मारून रेसवर पाठवले. कारण त्यानंतर त्या विषयाची घोडदौड चालू झाली. एक महत्त्वाचा टप्पा आता जवळ आला, तो म्हणजे जीनोम प्रकल्प पूर्ण होणे.

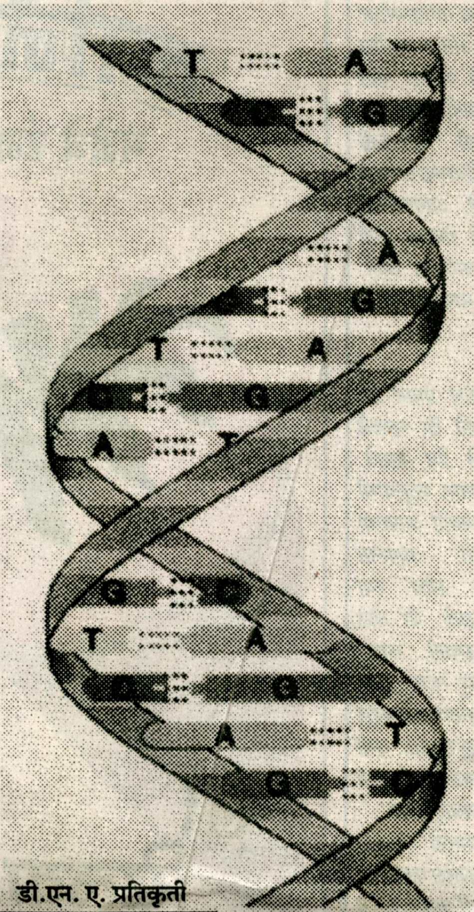
डीएनए रेणूच्या शिडीवजा रचनेत 'जीन्स'ची शृंखला असते. ती नेमकी कशी असते, त्यातील 'ए', 'सी', 'टी', 'जी' या चार प्रथिनांचे (त्यांना 'न्यू क्लिओटाईड' म्हणतात.) अनुक्रम निश्चित करणे, हा या प्रकल्पाचा हेतू आहे. तो पूर्ण झाला, की काही वर्षांत प्रत्येक मानवाला स्वतःची 'रचना पुस्तिका' (कन्स्ट्रक्शन मॅन्युअल) पाहायला मिळेल. याचा फायदा अर्थातच संभाव्य रोगांवर ताबा मिळवून ते दूर करणे हा होईल.

तंत्रज्ञान

अशा या विलक्षण वैज्ञानिक प्रगतीचा फायदा विविध मार्गांनी तंत्रज्ञान विकसित करण्यात झाला आणि होत आहे. खास विसाव्या शतकातल्या तंत्रज्ञानाची निव्वळ उदाहरणेदेखील अनेक पाने भरून होतील. अणुऊर्जा, अंतराळात झेप, संगणक, माहितीचे तंत्रज्ञान, जीव तंत्रज्ञानाचे नमुने, वेगवान विमाने, अंतराळयाने आदी काही कोणालाही सुचणारी नावे.

परंतु वाढत्या तंत्रज्ञानाने विसाव्या शतकात काही सावधगिरीचे इशारेही दिले. अणुयुद्धात मानव सर्वनाश करू शकतो- पृथ्वीवरची जीवसृष्टी काही मिनिटांत नष्ट करण्याची क्षमता त्याच्याकडे आहे. नवनिर्मितीकरता लागणारे तंत्रज्ञान प्रदूषणही निर्माण करते. ज्याचा दुष्परिणाम अणुयुद्धासारखा एकदम घडणारा नसला, तरी अखेर जीवसृष्टीला तितकाच अपायकारक असतो. 'पर्यावरणाचा समतोल' हा विषयदेखील चिंतेचा आणि जागतिक चर्चेचा विषय बनला तो त्याच शतकात. संगणकीकरणाने आणि एकंदर वाढत्या यांत्रिकीकरणाने मानव 'बेरोजगार' होत चालला आहे. अशा बेरोजगारीतून समाजाला नवीन उपद्रव सोसावे लागणार.

थोडक्यात तंत्रज्ञान वापरावे तसे आपला प्रभाव दाखवते. त्याचा फायदा करून घेताना त्यातून उद्भवणाऱ्या धोक्यांचा आगाऊ विचार करायला हवा, ही शिकवण विसाव्या शतकाने दिली. आता एकविसाव्या शतकात ही शिकवण विसरून चालणार नाही.



डी.एन. ए. प्रतिकृती