

मा नवी जीवनात झपाट्याने बदल घडून येत आहेत, त्याचे कारण काय? फक्त एकच कारण त्याच्या पाठीमागे आहे : विज्ञानाचा प्रचार!

आधुनिक विज्ञानाला सुरुवात केव्हा झाली? अमुक एका क्षणाकडे बोट दाखवणे अवघड आहे. पण काही महत्त्वाच्या टप्प्यांची नोंद करता येईल.

नैसर्गिक घटनांची कारणमीमांसा निवडक सिद्धांताद्वारे गणिताच्या रूपाने करता येते, हे न्यूटनच्या सिद्धांतावरून प्रथम निदर्शनास आले. गुरुत्वाकर्षण आणि गतीच्या सिद्धांतांनी चंद्राचे पृथ्वीभोवती फिरणे, ग्रहांचे सूर्याभोवती फिरणे, पृथ्वीवर फेकलेल्या गोष्टी शेवटी जमिनीवर पडतात याचे कारण, समुद्रात भरती का येते, धूमकेतू ठराविक वेळेनंतर येतात इत्यादी कितीतरी वेगवेगळ्या घटनांची कारणमीमांसा होऊ शकतील!

गुरुत्वाकर्षणांतरचा महत्त्वाचा शोध विद्युतचुंबकीय शास्त्राचा. यात कूलंब, फॅरडे, मॅक्सवेल इत्यादी शास्त्रज्ञांनी हातभार लावला. प्रकाशलहरी विद्युतचुंबकीय असतात, याचे ज्ञान मॅक्सवेलच्या समीकरणापासून शास्त्रज्ञांना झाले. हर्ट्झनी त्या लहरी, वेगळ्या वेव्हलेंगथच्या, प्रयोगशाळेत निर्माण केल्या. पुढे या शोधाचे वायरलेस, रेडिओ, टेलिव्हिजन इत्यादीत रूपांतर झाले.

एकोणिसाव्या शतकाअखेर आणि विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीला वेगळेच वारे वैज्ञानिक विश्वात वाहू लागले. क्वांटम थियरी आणि रिलेटिव्हिटीचे नवे सिद्धांत आले. ते प्रथमदर्शनी इतके चमत्कृतीपूर्ण होते की, निसर्ग या सिद्धांताचे पालन करत असेल यावर शास्त्रज्ञांचा सुद्धा विश्वास बसेना! पण प्रयोगांती हे नियम प्रस्थापित झाले. आइन्स्टाईन, मॅक्स प्लँक, नील्स बोर, डिरॅक, हायझेनबर्ग, श्रोडिंजर इत्यादींनी हे नवीन नियम मांडण्यात पुढाकार घेतला. पुढे रूडरफर्डच्या मार्गदर्शनाखाली अणूचे विच्छेदन करण्यात आले आणि या प्रयोगशाळेतील प्रयोगातून पुढे अणुबॉम्बची निर्मिती झाली.

दुसऱ्या महायुद्धानंतर विज्ञानाची प्रगती आणखी झपाट्याने झाली आणि चालू आहे. वैज्ञानिक एकीकडे मूलकणांचा अभ्यास करत आहेत, तर दुसरीकडे अतिविशाल आकाशगंगांनी व्याप्त विश्वाच्या रचनेचा छडा लावत आहेत. मूलकणांच्या आकारमर्यादा सेंटीमीटरच्या सहस्राब्ज भागाहून लहान असतात, तर विश्वाचा व्याप दहा अब्ज सेंटीमीटरपर्यंत पसरलेला आहे!

मी इथे टोबळमानाने भौतिकशास्त्राच्या प्रगतीबद्दल सांगितले. विज्ञानाचे इतर भाग - रसायनशास्त्र, प्राणिशास्त्र, वैद्यकशास्त्र इत्यादी - यांनी सुद्धा अशीच विलक्षण झपाट्याने प्रगती केली आहे. त्या सर्वांचा आढावा घेण्यास पुष्कळ वेळ लागेल! पण या सर्वांच्या बबतीत एक गोष्ट प्रामुख्याने आढळते ती म्हणजे गेल्या ५०-६० वर्षांत झालेली विलक्षण प्रगती. मी पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे मानवी जीवनात झपाट्याने घडत गेलेले बदल त्याच प्रगतीचे द्योतक आहेत.

आज विज्ञानात झालेल्या सैद्धांतिक शोधाचे प्रत्यंतर उद्या प्रयोगात दिसून येते, तर परवा त्या प्रयोगाचे तंत्रज्ञानात रूपांतर होऊन ते दैनंदिन जीवनात अवतरते. हे

आज - उद्या - परवाम घले कालखंड दिवसेंदिवस संकुचित होत आहेत.

खुद्द वैज्ञानिक शोधांचे स्वरूप कसे पालटत आहे, याचे एक उत्तम उदाहरण जॉन झायमन यांनी The Force of Knowledge या पुस्तकात दिले आहे. १९१९ मध्ये रूडरफर्डनी अणूचे विच्छेदन केले. त्यांनी वापरलेली साधनसामग्री एका हुशार तंत्रज्ञाने प्रयोगशाळेतच करून दिली होती आणि ती हातात धरण्याइतकी लहान होती. किंमतही वेताचीच होती!

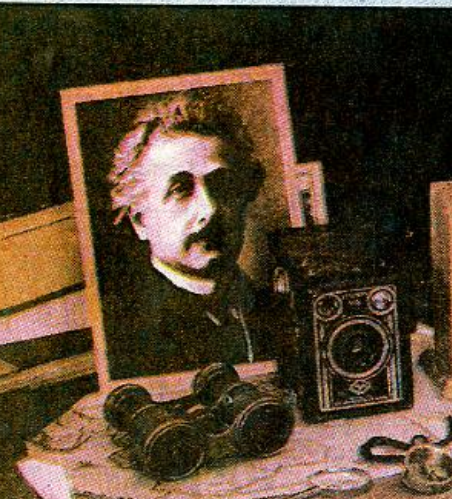
१९३० मध्ये वॉल्टन आणि कॉर्कॉप्ट यांनी 'लीनियन अॅक्सेलेरेटर' बनवला. तो अणूतल्या घटकांचा अधिक ऊर्जेच्या परिस्थितीत अभ्यास करू शकत असे. याचा आकार खोलीएवढा असून किंमत १००० पौंड (म्हणजे जवळजवळ १५,००० रु. - १९३० सालचे) होती. या उपकरणावर अनेकांनी प्रयोग केले, पण ते प्रयोग साधारणपणे क्लिष्ट नव्हते.

एक-दोन वर्षांनी लॉरेंस आणि लिव्हिंग्स्टन यांनी कॅलिफोर्निया विद्यापीठात सायक्लोट्रॉन बांधला. तोही खोलीएवढा होता. पण वॉल्टन - कॉर्कॉप्ट यांच्या यंत्रापेक्षा दसपट ऊर्जेचे मूलकण तयार करू शकत होता! त्याची किंमत १०,००० डॉलर पडली - पण त्यात त्यांना एक इलेक्ट्रोमॅग्नेट फुकट मिळाला.

या यंत्राची मोठी आवृत्ती १९३९ मध्ये सिद्ध झाली. त्यातून पूर्वीपेक्षा १२ पट ऊर्जेचे मूलकण निघत. किंमत १ लाख डॉलर. हे चालवायला अनेक तंत्रज्ञ लागत आणि याभोवती एक प्रयोगशाळा बांधण्यात आली.

दुसऱ्या महायुद्धानंतर अठरा लक्ष डॉलर किंमतीचा याहून मोठा सायक्लोट्रॉन बांधण्यात आला. याच्याकरिता खास मोठी इमारत बांधावी लागली. त्याभोवती शास्त्रज्ञ-तंत्रज्ञ यांचे जाळे पसरून मोठ्या प्रयोगशाळा बांधण्यात आल्या. त्यातून निघणाऱ्या मूलकणांची ऊर्जा पूर्वीच्या यंत्रापेक्षा तीसपट असून अशा शक्तिशाली मूलकणांपासून संभाव्य धोके टाळण्यासाठी बरीच खबरदारी घ्यावी लागली.

याच्या जवळजवळ अठरापट अधिक ऊर्जेचे मूलकण निर्माण करणारे बेक्वेट्रॉन मशीन ९० लक्ष डॉलर किंमत देऊन १९५३ मध्ये बांधण्यात आले. याचा व्यास ३४ मीटर होता. याच्याभोवती मोठ्या फॅक्टरीप्रमाणे शास्त्रज्ञ व तंत्रज्ञ आणि इतर आवश्यक त्या लोकांची वसाहत उभी करण्यात आली.



यापुढची पायरी म्हणजे जिनव्हा येथे सर्न (Council Europeen des Recherches Nucleaires) या प्रयोगशाळेसाठी १९६०च्या सुमारास बांधलेले तीन कोटी डॉलरचे मशीन. यातून बेक्वेट्रॉनपेक्षा चौपट ऊर्जेची मर्यादा गाठली जाते. याचा आकार रिंग (अंगठी) सारखा असून तिचा व्यास २०० मीटर आहे. अनेक युरोपियन देशांनी

विसाव्या शतकातील निवडक शोधांचा मागोवा घेणारा 'शतक शोधांचे' हा मोहन आपटे लिखित महत्त्वपूर्ण ग्रंथ 'राजहंस प्रकाशन' तर्फे जुलैअखेर प्रकाशित होत आहे. हे महत्त्वाचे शोध कोणी व कसे लावले आणि कालपर्यंत स्वप्नातही नसलेल्या गोष्टी सत्यात अवतरल्यावर काय गडबड, गोंधळ उडाला हे सारे आकर्षकपणे या ग्रंथात मांडलेले आहे. या ग्रंथाच्या प्रस्तावनेतील भाग.

याचा खर्च सोसला आहे - एका देशाच्या आवाक्याबाहेरची ही प्रयोगशाळा आहे.

त्यापुढची सीमा गाठली १९७३ मध्ये शिकागोजवळच्या फर्मालॅब मशीनने! यात पैदा होणारे मूलकण सर्नच्या मूलकणाच्या सातपटींनी जास्त ऊर्जेची मर्यादा गाठू शकतात. त्या मशीनच्या 'रिंग'चा परीघ एक मैलाहून जास्त आहे. किंमत २५ कोटी डॉलर! त्यानंतर सर्नने यावरही कुरघोडी केली.

अशा तऱ्हेने मनुच्या माशाप्रमाणे वैज्ञानिक प्रयोगांचा व्याप वाढत आहे. त्यामागे लागणारे मनुष्यबळ वाढत आहे. आपले नवीन सिद्धांत मांडणारे न्यूटन किंवा आइन्स्टाईन एकेकटे होते. सध्याचे प्रयोग 'टीम वर्क'चे असण्याची शक्यता जास्त. २४ फेब्रुवारी १९६४ च्या Physical Review Letters मध्ये एक नवीन मूलकण सापडल्याची घोषणा करणारा निबंध ३३ लेखकांनी म्हणजे त्या प्रयोगात भाग घेणाऱ्या शास्त्रज्ञांनी सामूहिक रूपात लिहिला होता. आता तर काही प्रकल्पांत केवळ भाग घेणाऱ्या संस्थांचीच नावे देतात. त्यातील वैज्ञानिकांची यादी फारच लांब होईल म्हणून.

वैज्ञानिक प्रयोगांचा वाढता खर्च पाहून अनेक प्रश्न उद्भवतात. हे खर्च बहुतेक देशाचे सरकार या ना त्या रूपात पेलते. म्हणजे कर भरणारी जनता त्यासाठी खिसे रिकामे करते. तेव्हा संशोधन कुठल्या प्रश्नावर करावे आणि कुठल्यावर करू नये हे फक्त शास्त्रज्ञांनीच ठरवायचे की, इतरांनीपण त्यात लक्ष घालणे आवश्यक आहे?

दुसरा प्रश्न म्हणजे हे प्रयोग मानवी जीवनसंधर्भाला कल्याणकारी आहेत का,

विज्ञानसुग

धोकादायक आहेत याची पूर्ण काळजी घेतली जाते का? तिसरा प्रश्न या प्रयोगांशी संबंधित नसून त्यातून निघणाऱ्या तंत्रज्ञानाबद्दल आहे. विज्ञानाप्रमाणे तंत्रज्ञानाचा व्याप वाढत आहे. त्यातून मानवी जीविताला धोके निर्माण होण्याची शक्यता आहे का?

विज्ञानयुगात - वर्तमानकालात असे अनेक प्रश्न मानवासमोर उपस्थित आहेत. अगदी अलीकडे म्हणजे गेल्या १०-१२ वर्षांतच या प्रश्नांवर विचार करण्याची गरज भासू लागली आहे. या काही प्रश्नांची चर्चा आता मी करणार आहे.

शास्त्रज्ञ आणि समाज

विज्ञानाचे ध्येय सृष्टीची कोडी उकलणे आणि मिळालेली माहिती मानव कल्याणासाठी वापरणे असे समजले जाते. बहुतेक वैज्ञानिक या ध्येयाच्या पूर्वाधाशीच निष्ठावंत असून उत्तरार्धाकडे दुर्लक्ष करतात, असा त्यांच्यावर आरोप केला जातो. यात वस्तुस्थिती काय आहे?

विज्ञानाचा जो मूलभूत भाग आहे तो माणसाला किंवा संशोधकाला ज्ञानाच्या परिसीमेवर आणून सोडतो. या सीमा मागे ढकलण्याचा संशोधकांचा प्रयत्न असतो. अनेक प्रयत्न चुकीच्या दिशेने केल्यावर मध्येच त्याला योग्य दिशा सापडते. बऱ्याच वेळा योग्य दिशा सापडणे किंवा निसर्गाचे एखादे नवे कोडे समोर येऊन पडणे हे अनपेक्षितरीत्या घडते. पल्साराचा शोध असा अचानक लागला. अणूत असणाऱ्या मूलकणांच्या एखाद्या नवीन गुणाची माहिती अनपेक्षित असते. निसर्गाबरोबर मानवाने चालू ठेवलेल्या लपंडावाच्या खेळातल्या त्या घटना समजायच्या. यात तन्मय झालेल्या संशोधकाला वर सांगितलेल्या वैज्ञानिक ध्येयाच्या उत्तरार्धाशी काही कर्तव्य नसते.

आणि समाजाने तशी अपेक्षाही करू नये! मूलभूत विज्ञानाची दिशा फक्त नैसर्गिक कोडी उकलण्यापुरतीच

जयंत नारळीकर

आहे. ही कोडी उकलून मिळणारी माहिती तत्क्षणी उपयोगाची असेल असे नाही. पण पुढे-मागे त्याचा उपयोग होईल यात शंका नाही. क्वांटम थियरी, रिलेटिव्हिटीसारखे अगाध आणि अमूर्त सिद्धांत आता उपयोगी पडत आहेत. प्रत्येक राष्ट्राने आणि त्यातल्या समाजाने मूलभूत विज्ञानाचा विकास करण्यासाठी आपल्या ऐपतीप्रमाणे मदत पुरवली पाहिजे. नाही तर त्या राष्ट्राला, त्या समाजाला पुढेमागे या ज्ञानाकरिता दुसरीकडे याचकवृत्तीने जावे लागेल, अशी जाणीव ठेवून समाजाने केलेल्या मदतीला वैज्ञानिकांनी योग्य प्रतिसाद दिला पाहिजे. तो म्हणजे आपल्या संशोधनाची पातळी शक्य तितकी उंच ठेवायची. मूलभूत संशोधनात निकृष्ट दर्जाच्या कामाला वाव मिळता कामा नये. तसे संशोधन म्हणजे समाजाने केलेल्या मदतीचा दुरुपयोग असेच म्हटले पाहिजे.

सर्वच शास्त्रज्ञ मूलभूत संशोधनाला वाहून घेत नाहीत. बहुतेक संशोधन समाजाने ठरवून दिलेली ध्येय गाठण्यासाठी असते. अशा ठिकाणी अर्थातच समाजातल्या इतर घटकांना शास्त्रज्ञांबरोबर बसून ही ध्येये निश्चित करणे, त्यांची पूर्ती कशी होते यावर डोळा ठेवणे आणि वेळप्रसंगी त्यांच्यावर मर्यादा घालणे आवश्यक आहे. केवळ शास्त्रज्ञांवर हे निर्णय सोपवणे योग्य नाही. तसेच देशाची उद्दिष्टे ठरविताना शास्त्रज्ञांची अवहेलना करणे हेही अनुचित आहे.

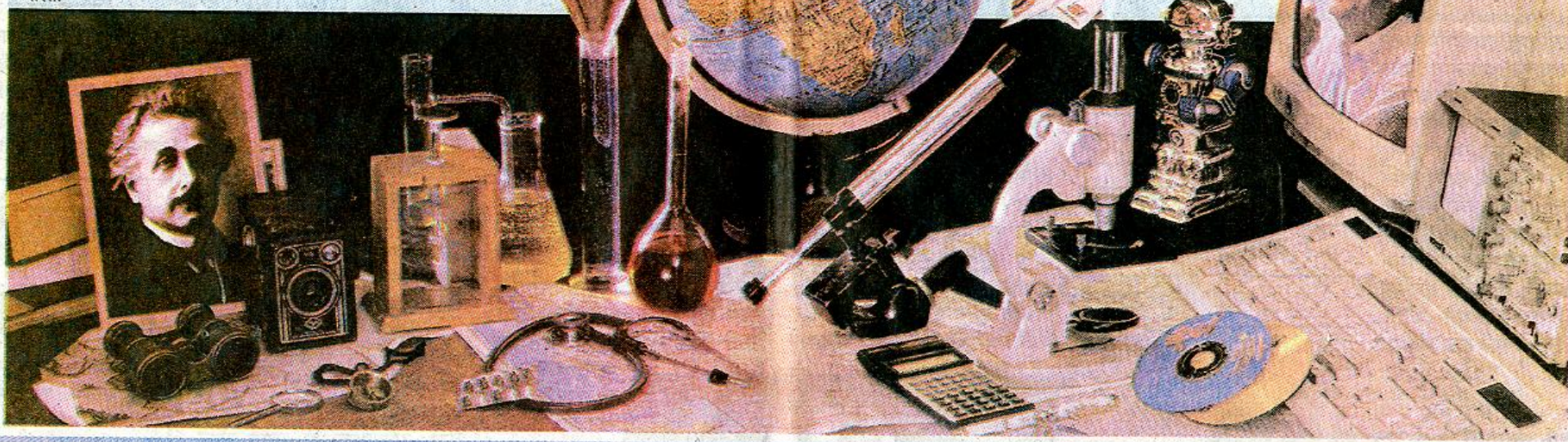
शास्त्रज्ञ कितीही अलिप्त राहून गेला, तरी तो समाजाचा एक घटक असतो. दुसऱ्या महायुद्धात अणुशक्तीचा शोध लागून त्याचा वापर करता येण्याची शक्यता निर्माण झाली होती. पण हे संशोधन करणारे शास्त्रज्ञ मूलभूत संशोधन करणारे होते. तरी जेव्हा दोस्त राष्ट्रांतल्या शास्त्रज्ञांना अशी शंका आली की, जर्मनीत अणुबॉम्ब बनवण्याचा प्रयत्न चालू असेल तेव्हा त्यांना राहवले नाही. त्यांनी आइन्स्टाईनना पुढे करून त्यांच्याकडून राष्ट्राध्यक्ष रूझवेल्टना पत्र लिहिले. अण्वस्त्रांचा शोध जर्मनीला लागण्यापूर्वी दोस्त राष्ट्रांना लागणे किती आवश्यक आहे, हे त्यात पटवून दिले होते.

पत्राचा योग्य तो परिणाम झाला. ओपेनहायमरच्या मार्गदर्शनाखाली 'मॅनहॅटन प्रोजेक्ट'चा जन्म झाला. त्यात अनेक शास्त्रज्ञांनी भाग घेतला आणि त्यांच्या प्रयत्नांची परिणती अणुबॉम्बच्या निर्मितीत झाली. त्याबाबतीत पुढाकार शास्त्रज्ञांनी घेतला होता, याची नोंद ठेवली पाहिजे.

पण अणुशक्तीचा भस्मासुर एकदा बाहेर पडल्यावर त्याला कावूत ठेवणे अशक्य झाले. अणुशक्तीचा उपयोग शांततामय कार्यासाठी जरी केला जात असला, तरी विश्वसंहारक्षम अण्वस्त्रांचे साठे मोठ्या राष्ट्रांनी करून ठेवलेत. आपण उगीच अणुशक्तीची माहिती राज्यकर्त्यांना दिली, अशी खंत अनेक शास्त्रज्ञांना वाटते.

राज्यकर्त्यांनी ठरवून दिलेली ध्येये गाठण्याचे प्रयत्न शास्त्रज्ञांनी केल्याची अनेक उदाहरणे आहेत. '१९७० पूर्वी अमेरिकन माणसाला चंद्रावर पाठवू' ही राष्ट्राध्यक्ष केनेडी यांची घोषणा नासाच्या शास्त्रज्ञांनी २० जुलै १९६९ ला खरी करून दाखविली. लहान प्रमाणावर प्रोजेक्ट्स पुरी करून देण्याचे काम देशादेशांतील प्रयोगशाळांतून चालू आहे.

(पान सहावर)



(पान तीनवरून)

शास्त्रीय संशोधनाला जसा जसा जास्त पैसा लागेल, तसा तसा देशाला किंवा अनेक देशांच्या संघटनांना तो पैसा पुरवताना याबाबतीत अधिकाधिक लक्ष घालावे लागेल. माझ्या मते हा पैसा पुरवताना मूलभूत संशोधनाची दिशा ठरविण्याचा अधिकार सर्वस्वी वैज्ञानिकांवरच सोपवावा. परंतु हे संशोधन उच्च दर्जाचे आणि समाजाला हानीकारक नसल्याची हमी त्यांचयकडून घ्यावी. त्याचबरोबर सामाजिक उद्दिष्टे ठरवून ती गाठण्यासाठी

समाजाने शास्त्रज्ञांना विश्वासात घेऊन मग त्यांच्यावर जबाबदारी टाकावी. ध्येय ठरवण्याचे काम फक्त शास्त्रज्ञांवर सोपवू नये.

सामाजिक उद्दिष्टे गाठण्यासाठी केलेले संशोधन आणि मूलभूत संशोधन यांच्यामध्ये किती प्रमाणात समाजाने आर्थिक मदतीचे वाटप करावे, हा एक नेहमीचा वादग्रस्त मुद्दा आहे. वास्तविक राजकारण शिरल्यामुळे - मग ते राष्ट्रीय

पातळीवरचे असो किंवा अधिक संकुचित स्वरूपाचे असो - अशाप्रकारचे वाद सोडवणे सोपे नसते. अशाप्रकारचे वाद आपल्या देशातच नव्हे, तर प्रगत, पाश्चात्य देशांतही वेळोवेळी उद्भवतात.

बऱ्याच वेळा हे वाद समाजाच्या विज्ञानाविषयीच्या अज्ञानामुळे निर्माण होतात. 'हस्तिदंती मनोऱ्यात काम करणाऱ्या वैज्ञानिकांना आम्ही काय म्हणून पोसत राहावे?' असा प्रश्न कधीकधी समाजाचे प्रमुख घटक विचारतात. विज्ञानाचे ध्येय काय आहे, वैज्ञानिक कोणकोणत्या प्रश्नांवर

संशोधन करतात, ते संशोधन कुठल्या मूलभूत स्वरूपाचे आहे किंवा ते कुठले सामाजिक उद्दिष्ट गाठत आहे वगैरे प्रश्नांची समर्पक उत्तरे समाजाला पुरवण्याचे काम महत्त्वाचे आहे आणि ते करण्याची जबाबदारी शास्त्रज्ञांवरच पडते. वैज्ञानिक संशोधनाची माहिती सामान्य माणसाला पोचवण्याचे काम किती शास्त्रज्ञ करतात? अनेकांना त्यात कमीपणा वाटतो ही खेदाची गोष्ट आहे.

विज्ञानयुग

