

पांच प्रसिद्ध वैज्ञानिक

GIFT BOOK

from Raja Rammohan Roy
Library Foundation Calcutta
1987-88

9930
— 24.4.88

महेन्द्र भारद्वाज

एस० चन्द एण्ड कम्पनी (प्रा०) लि०
रामनगर, नई दिल्ली-110055

एस० चन्द एण्ड कम्पनी (प्रा०) लि०

मुख्य कार्यालय : रामनगर, नई दिल्ली-110055

शोरूम : 4/16-बी, आसफ अली रोड, नई दिल्ली-110002

शाखाएँ :

अमीनाबाद पार्क, लखनऊ-226001	के० पी० सी० सी० बिल्डिंग,
285/J, विपिन बिहारी गंगुली स्ट्रीट,	रेस कोर्स रोड, बंगलौर-560009
कलकत्ता-700012	ग्लैकी हाउस,
सुल्तान बाजार, हैदराबाद-500195	103/5, बालचन्द्र हीराचन्द्र मार्ग,
3, गांधी सागर ईस्ट, नागपुर-440002	बम्बई-400001
खजाची रोड, पटना-800004	613-7, एम० जी० रोड, एर्नाकुलम
माई हीरा गेट, जालन्धर-144008	कोचीन-682035
152, अन्ना सलाह, मद्रास-600002	पान बाजार, गोहाटी-781001

एस० चन्द एण्ड कम्पनी (प्रा०) लि०, रामनगर, नई दिल्ली-110055 द्वारा
प्रकाशित एवं राजेन्द्र रबीन्द्र प्रिंटर्स (प्रा०) लि० रामनगर, नई दिल्ली-110055
द्वारा मुद्रित ।

अमरीकी विज्ञान के विकास की कहानी

मे संयुक्त राज्य अमरीका मे विज्ञान के विकास की भाँकी को वैज्ञानिकों के जीवन और कार्यों के माध्यम से दर्शाया गया है। इसमे प्रसिद्ध जीव-विज्ञानी टामस हंट मोरगन, विख्यात ज्योतिर्विज्ञानी एडविन पावेल हुबल और अन्य वैज्ञानिकों के अनुसन्धान-कार्यों का भी विवरण है। इसमें बीसवीं सदी के महान् वैज्ञानिकों और एनरिको फर्मी तथा जे० राबर्ट ओपेनहीमर जैसे समकालीनों के कार्यों और उपलब्धियों का भी वर्णन है।

अमरीकी विज्ञान के विकास की कहानी

मे विज्ञान और वैज्ञानिकों की उपलब्धियों को उनके ऐतिहासिक संदर्भ मे परखा गया है। इसमे इस दृष्टि से भी विचार किया गया है कि ऐतिहासिक, राजनीतिक और सामाजिक घटनाओं का अमरीका में विज्ञान के विकास पर क्या प्रभाव पड़ा। लेखक ने प्रस्तुत पुस्तक में विज्ञान के वर्तमान का सर्वेक्षण और अनुसन्धान तथा शिक्षा की महत्वपूर्ण समस्याओं का मूल्यांकन किया है।

लेखक के विषय में

बर्नार्ड जैफ अपना समय विज्ञान के अध्ययन, विज्ञान के इतिहास के अध्ययन और पुस्तक लिखने में व्यतीत करते हैं। वे रसायनशास्त्र की कई सफल पाठ्य पुस्तकों के लेखक हैं। उन्होंने क्रुसिबिल्स, आउटपोस्ट्स आफ साइंस और केमिस्ट्री क्रिएट्स ए न्यू वर्ल्ड शीपिंग पुस्तकों लिखी हैं। क्रुसिबिल्स पर उन्हें फ्रांसिस बेकन एवार्ड फार दि ह्यूमेनाइजिंग आफ नालेज (ज्ञान के मानवीकरण के लिए फ्रांसिस बेकन पुरस्कार) मिला।

श्री जैफ का जन्म १८६६ में न्यूयाक नगर में हुआ। उन्होंने सी० सी० एन० वार्ट० और कोलम्बिया में अध्ययन किया। प्रथम महायुद्ध में एक वर्ष की गैरिज सेवा और कुछ समय व्यापार करने के बाद उन्होंने अध्यापन-संस्थान शुरू किया।

अमरीकी विज्ञान के विकास की कहानी

(पाँच प्रमुख वैज्ञानिकों के जीवन और कार्यों के माध्यम से वर्तमान
काल के अमरीकी विज्ञान की प्रगति का परिचय)

तीसरा भाग

लेखक

वर्नाडि जेफ

अनुवादक

महेन्द्र भारद्वाज

यूरोशिया पब्लिशिंग हाऊस (प्रा०) लिमिटेड
रामनगर—नई दिल्ली

मुख्य वितरक

एस० चन्द एण्ड कम्पनी	
फव्वारा	दिल्ली
रामनगर	नई दिल्ली
भाई हीरा गेट	जालन्धर
हनुमन्तगञ्ज	सगनऊ
सीमिन्टन रोड	बम्बई

*This abridgement has been published by arrangement with
Simon & Schuster, Inc.*

COPYRIGHT © 1944, 1958 BY BERNARD JAFFE

मूल्य : १.००

यूरोपिया पब्लिशिंग हाऊस (प्रा०) लिमिटेड, रामनगर नई दिल्ली द्वारा
प्रकाशित एवं भार० के० प्रिन्टर्स, ८०-डी, कमला नगर, दिल्ली में मुद्रित।

आभार-स्वीकार

इस पुस्तक के लेखन में मुझे अनेक सार्वजनिक और निजी संस्थाओं से जो सहायता मिली, उससे कार्य आसान हो गया और पुस्तक का क्षेत्र व्यापक बन गया। न्यूयार्क पब्लिक लाइब्रेरी और वाशिंगटन में संसद् के पुस्तकालय ने मुझे अपनी दुर्लभ पुस्तकों के अवलोकन की जो अनुमति दी, उससे मैं अमरीका के आरम्भिक प्रकृतिविदों के लेखों और पुस्तकों का अध्ययन कर सका। सैन मैरीनो, कैलिफोर्निया की हेनरी ई० हर्टिंग्टन लाइब्रेरी ने मुझे १९४१ के पत्रभङ्ग में 'पाठक' के रूप में अपना नाम दर्ज कराने की इजाजत दी, जिससे मैं अमरीका के आरम्भिक दिनों की दुर्लभ पुस्तकों और चित्रों के संग्रह का अध्ययन कर सका। फिलाडेल्फिया की अकादमी आफ नेचुरल साइसेज, अमेरिकन फिलोसोफिकल सोसायटी, अमेरिकन एसोसिएशन फार दि एडवांसमेंट आफ साइंस, अमेरिकन एसोसिएशन आफ यूनिवर्सिटी विमैन, ब्रैल टेलीफोन लेबोरेटरीज, क्रोमैटिक टेलिविजन लेबोरेटरीज, वाशिंगटन की कारनेगी इंस्टिट्यूशन, कनाडा के खान और प्राकृतिक सम्पदा विभाग, माऊण्ट विल्सन आब्जर्वेटरी, नेशनल एसोसिएशन फार दि एडवांसमेंट आफ कलर्ड पीपुल, वाशिंगटन की स्मिथसोनियन इंस्टिट्यूशन, यूनाइटेड स्टेट्स हाइड्रोप्रेफिक आफिस, संयुक्त राज्य नौसेना अकादमी, संयुक्त राज्य सार्वजनिक स्वास्थ्य सेवा, प्रिस्टन की पामर फिजीकल लेबोरेटरी और येल विश्वविद्यालय के विज्ञान संग्रहालय ने मुझे आवश्यक जानकारी, नक्से और चित्र देकर मेरी बहुत सहायता की। इस पुस्तक की पाठ्यलिपि की योजना बनाने और इसे तैयार करने में जिन व्यक्तियों ने मुझे कृपावश अपना समय और ज्ञान दिया, मैं उनका धन्यवाद करता हूँ।

इनमें कैलिफोर्निया इंस्टिट्यूट आफ टेकनालाजी के प्रोफेसर ऐरिक टी० बेल, येल विश्वविद्यालय के डाक्टर राल्फ जी० वान नेम; हार्टमाऊथ फालेज के प्रोफेसर रेमंड डब्ल्यू० बर्ट ; इलिनोइस विश्वविद्यालय के डाक्टर एम० एम० रोड्म ; कोरनेल विश्वविद्यालय के डाक्टर एच० एल० एवरेट ; सैन-मैरिनो, कैलिफोर्निया की श्रीमती एडविन ह्वल; कैलिफोर्निया इंस्टिट्यूट आफ टेकनालाजी के पुस्तकालयों के निदेशक रॉजर स्टेन्टन ; हार्वर्ड विश्वविद्यालय के सार्वजनिक स्वास्थ्य स्कूल के डाक्टर एडविन बी० विल्सन ; जर्नल आफ कॉन्सिल्ट एजुकेशन के डाक्टर नोरिस रेकस्ट्रा ; डेप वेली रेंजर, विलांड ई०

शंती; बेलेजली कालेज की केथेरीन एम० थ्रोहमे; साऊथ कैरोलाइना विश्व-विद्यालय के अध्यक्ष डाक्टर जे० रीयन मैक्किसाक; ट्रांसिलवानिया कालेज की पुस्तकालयाध्यक्ष श्रीमती चार्ल्स एफ० नाटन; डेनियल्सविले, जार्जिया के पोस्ट-मास्टर श्री जे० ए० वेकर; जैफरसन, जार्जिया के मेयर श्री सी० ई० हार्टी; वकिंग-मैन्स इंस्टिट्यूट आफ न्यू हारमनी, इंडियाना के पुस्तकालय के पुस्तकालयाध्यक्ष लुइस एम० हसबैंड ; हारवर्ड विश्वविद्यालय के डाक्टर चार्ल्स एच० वेमली; ध्योमिंग के सेनेटर जोसेफ सी० ओ' महोनी; अमेरिकन एसोमिएशन आफ साइंटिफिक वर्कर्स के डोरिस कैंटेल; माइकेलसन परिवार के सदस्य, हैरोल्ड थॉर्न और इस पुस्तक में वर्णित अनेक समकालीन वैज्ञानिक हैं । कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय के डाक्टर हर्वर्ट एम० इवांस ने विज्ञान के इतिहास सम्बन्धी अपने पुस्तकालय में अध्ययन की अनुमति देकर मेरी बड़ी सहायता की ।

मैं विशेष रूप से कुमारी गालिना टरं के प्रति अपना आभार प्रकट करता हूँ, जिन्होंने तीसरी बार मेरी पांडुलिपि को लेकर उसका बहुत लगन और कुशलता से सम्पादन किया ।

थर्नाड जॉफ

विषय-प्रवेश -

हार्वर्ड विश्वविद्यालय के प्रोफेसर जार्ज सार्टन और हिस्ट्री आफ साइंस सोसायटी के मुखपत्र आइसिस के सम्पादक का विश्वास था कि "सभ्यता के इतिहास-लेखन में विज्ञान का इतिहास प्रमुख रूप से सहायक होना चाहिए" और आज कुछ ही लोग उनसे असहमत हो सकते हैं। मैंने उपलब्ध तथ्यों और जानकारी के अध्ययन में अपने सामने यह लक्ष्य रखा है, जिससे मैं अमरीका के विज्ञान और उसकी सभ्यता के विकास के सम्भावित संबंधों का दर्शन पा सकूँ।

मैंने इस पुस्तक के पहले भाग का समारम्भ १५८५ में टामस हैरियट के इस नई दुनिया में आने से किया है, जिसके फलस्वरूप ए ओफ एण्ड डू रिपोर्ट आफ दि न्यूफाउण्डलैंड आफ वर्जिनिया का प्रकाशन हुआ, जो अफ्रीजी में वर्तमान समुक्त राज्य अमरीका की वनस्पतियों और पशु-पक्षियों पर पहली पुस्तक थी। अतः साढ़े तीन शताब्दियों से अधिक की वैज्ञानिक प्रगति का सर्वेक्षण करते हुए मेरे सामने सबसे बड़ी कठिनाई अनेक वैज्ञानिकों में से कुछ चुने हुए वैज्ञानिकों को लेकर उनके माध्यम से अमरीका में विज्ञान के विकास की कहानी को कहना था।

सैकड़ों वैज्ञानिकों में से ५ वैज्ञानिकों का चुनाव करना आसान काम नहीं था। अतः मैंने चुनाव का एक विरोध तरीका निर्धारित किया। पहला और अत्यधिक महत्वपूर्ण आधार यह था कि अनुसंधान के आरम्भिक काल में किस वैज्ञानिक के कार्यों और योगदान से सर्वाधिक लाभ हुआ। अन्य बातों की उपेक्षा कर इन आरम्भिक अनुसन्धानकर्ताओं को इसलिए प्रथम स्थान दिया गया, क्योंकि किसी नए प्रदेश में प्रवेश करना प्रायः सबसे अधिक कठिन होता है।

वैज्ञानिकों के इस चुनाव के इससे कम महत्वपूर्ण आधार ये थे :—(१) अपने समाज की समस्याओं के प्रति वैज्ञानिक की जागरूकता और अपने समय के राजनीतिक, आर्थिक या सामाजिक आन्दोलनों में उसका योगदान। (२) वैज्ञानिक का कार्य-क्षेत्र, जिससे पूरी तस्वीर तैयार करने के लिए अधिक से अधिक अनुसन्धान-कार्यों पर विचार किया जा सके। (३) ईजाद और व्यावहारिक विज्ञान के बजाए बुनियादी अनुसन्धान और शुद्ध विज्ञान पर जोर। प्रस्तुत पुस्तक में उन समकालीन वैज्ञानिकों के अनुसंधानों का वर्णन किया गया है, जिन्होंने अपने क्षेत्रों में विशिष्ट कार्य किया।

इस पुस्तक की पाठ्यलिपि का पहला मसौदा तैयार होने पर घनेक दिनचर्य विचार मेरे मन में उठने लगे। उदाहरण के लिए हाल तक अमरीका का वैज्ञानिक योगदान मुख्यतः व्यावहारिक विज्ञान और ईजादों तक सीमित था। अमरीका के वैज्ञानिकों ने विज्ञान के नये-नये उपकरण तैयार करने और शुद्ध विज्ञान को टेकनालाजी की उन्नति में प्रयुक्त करने में अद्भुत प्रतिभा दिखाई। जाज वाशिंगटन ने, सविधान के अन्तर्गत अमरीकी गणराज्य के पहले वर्ष में १० अप्रैल, १७९० को अमरीका की पेटेंट-प्रणाली को जन्म दिया। १८३६ में पेटेंट-कार्यालय की स्थापना के समय से १८६० तक इस कार्यालय ने अमरीकियों को ३२ हजार पेटेंट जारी किए। तो आश्चर्य क्या कि अब्राहम लिंकन ने पेटेंट-प्रणाली को "प्रतिभा की घाम का प्रेरणादायक ईंधन" बताया।

अगले तीस वर्षों में ४ लाख ५० हजार और पेटेंट जारी किए गए। इनमें एक पेटेंट मार्क ट्वेन को १८७३ में दिया गया। यह पेटेंट एक ऐसी स्त्रैप बुक के बारे में था, जिसके कोरे पन्नों पर गोंद की परत चढ़ी हुई थी और जिस पर कतरमें लिपकाने के लिये और गोद लगाने की आवश्यकता नहीं होती थी। मार्क ट्वेन के एक जीवनी लेखक ने कहा कि उनकी इस पुस्तक में एक भी ऐसा शब्द नहीं था, जिसकी उनके आलोचक प्रशंसा या निन्दा कर सकते थे। १८९० और १९३५ के बीच १५ लाख और पेटेंट जारी किए गए और अगले दो दशकों में २० लाख और पेटेंट दिए गए। संयुक्त राज्य अमरीका ने जितने पेटेंट जारी किए, उतने अन्य किसी भी देश ने जारी नहीं किए। अमरीकी पेटेंटों की संख्या ग्रेट ब्रिटेन और फ्रांस से दुगुनी और जर्मनी से चार गुनी है। १९३६ में जब अमरीका के पेटेंट-कार्यालय की शताब्दी वाशिंगटन में मनाई गई, तो कार्यालय द्वारा जारी पेटेंटों के बारे में दिनचर्य जानकारी भी दी गई। एक समिति ने अमरीका की बारह महत्तम ईजादों का चुनाव किया और उन्हें तिथि-क्रम से इस प्रकार रखा गया :—

कपास ओटने की मशीन

मैसाचुसेट्स के इली ह्विंथनी द्वारा
१७९३ में ईजाद

अग्नबोट

पेंसिलवानिया के राबर्ट फुस्टन द्वारा
१८०९ में और कर्नैबटीकट के जॉन
फिट्च द्वारा १७८६ में ईजाद

फसल काटने की मशीन

वर्जिनिया के साइरस मैककोरमिक द्वारा
१८३४ में ईजाद

टेलीग्राफ

मैसाचुसेट्स के सैमुएल एफ० बी० मोस
द्वारा १८३७ में ईजाद

रदड़ का बल्बनीकरण	फर्नब्रीकट के चार्ल्स गुडईयर द्वारा १८३६ में ईजाद
सिनाई मशीन	भैंसाचूसेट्स के इलियास होवे द्वारा १८४६ में ईजाद
एयरब्रेक	न्यूयार्क के जार्ज वेस्टिंगहाउस द्वारा १८७२ में ईजाद
टेलीफोन	अलेक्जेंडर जी० बेल (स्काटलैंड में जन्म) द्वारा १८७६ में ईजाद
विजली का बल्ब	ओहियो के टामस ए० एडिसन द्वारा १८८० में ईजाद ।
साइनोटाइप मशीन	ओट्टो मेरजेनयलर (जर्मनी में जन्म) द्वारा १८८४ में ईजाद
व्यापारिक उपयोग का अलमुनियम	ओहियो के चार्ल्स एम० हाल द्वारा १८८६ में ईजाद
हवाई जहाज	इटाली के विलबर राइट और ओहियो के ओरविल राइट द्वारा १९०३ में ईजाद

इस सूची में इन पाँच ईजादों को जोड़ा जा सकता है :—

(पहला व्यावहारिक) टाइप- राइटर	पेनसिलवानिया के क्रिस्टोफर एल० बोल्स द्वारा १८६८ में ईजाद
फोनोग्राफ	टामस ए० एडीसन द्वारा १८७७ में ईजाद
रेडियो-ट्यूब (तीन इलेक्ट्रोड)	आइओवा के ली द फारेस्ट द्वारा १९०६ में ईजाद
बैंकेलाइट	लिथो एच० बैंकलैंड (बेल्जियम में जन्म) द्वारा १९०६ में ईजाद
तेल-भंजन (ग्रायल क्रीकिंग)	ओहियो के विलियम एम० बर्टन द्वारा १९१३ में ईजाद

इनमें से कुछ ईजादों हमारी सीमाओं के बाहर आविष्कृत वैज्ञानिक सिद्धान्तों में संशोधन और विकास या उनके व्यावहारिक उपयोग द्वारा की गयीं । उदाहरण के लिए पहली व्यावहारिक अगनवीट बनाने के लिए भाप के इजन को जल-परिवहन के योग्य बनाने के लिए उसमें परिवर्तन और सुधार किया गया । पर टेलीग्राफ, टेलीफोन, बिजली के बल्ब और हवाई जहाज

शादि की ईजाद हमारे वैज्ञानिकों द्वारा पूर्णतः या अंशतः आविष्कृत शुद्ध विज्ञान के सिद्धान्तों के आधार पर हुई। कपास मोटने की मशीन, फसल काटने की मशीन और सिलाई-मशीन अमरीकी वैज्ञानिकों की यांत्रिक प्रतिभा का परिणाम थी। अन्तर्दहन इंजन को मोटरगाड़ियों में लगाने, उद्योगों के उपयोग की धातुओं, इस्पात और अन्य मिश्र धातुओं की संख्या में अत्यधिक वृद्धि, राकेटों के लिए आवश्यक नये किस्म के ईंधनों का विकास और नकली रबड़, रंगो, रंगो, कौटनासक दवाओं, औषधियों, विटामिनों और हार्मोनो के निर्माण में हमारे वैज्ञानिकों ने जो कार्य किया, वे वैज्ञानिकों के व्यावहारिक उपयोग के कुछ उदाहरण हैं।

संयुक्त राज्य में जो सामाजिक शक्तियाँ कार्य कर रही थी, उनके फल-स्वरूप विज्ञान के व्यावहारिक उपयोग का यह विशाल कार्य सम्भव हुआ। आरम्भ से ही हमारे देशवासी एक अत्यधिक विद्याल भू-भाग को मनुष्य के रहने योग्य बनाने का सघर्ष कर रहे थे। यह महाद्वीप प्राकृतिक सम्पदा की दृष्टि से अत्यधिक समृद्ध था, पर इस सम्पदा के उपयोग के लिए आरम्भिक वर्षों में पर्याप्त जनशक्ति नहीं थी। अमरीका के आरम्भिक निवासियों को पर्वतों, नदियों, सूखे मैदानों और आग से तपते रेगिस्तानों को पार करना था। हमारे देशवासियों की अनुसंधान-प्रतिभा को यह एक चुनौती थी और उन्होंने परिवहन और संचार के नये तथा तेज साधनों की ईजाद की तथा मनुष्य का धम बचाने वाले यंत्रों के आविष्कार की ओर भी विशेष रूप से ध्यान दिया। अतः अमरीका की अनुसंधान-शमता और शिल्पिक कुशलता सर्वोच्च शिक्षण पर पहुँच गई।

इसके फलस्वरूप अमरीका में शक्तिशाली उच्च वर्ग की उत्पत्ति हुई, जो इस महाद्वीप की प्राकृतिक सम्पदा के उपयोग की सम्भावना से चकाचौंध था। रेत-कम्पनियों, तेल-क्षेत्रों, कौयला-खानों और इस्पात-कारखानों के मालिकों और भागीदारों ने विज्ञान का उपयोग कर अत्यधिक धन कमाने की इच्छा से एक-दूसरे से जवर्दस्त होड़ की और एक नए देश का निर्माण किया। जब प्रत्येक वैज्ञानिक उपलब्धि को उसकी व्यावहारिक उपयोगिता की दृष्टि से आँका जाता था, तो प्रभूत या सैद्धान्तिक विज्ञान की ओर ध्यान देने का किमको समय था? अमरीका की विशाल प्राकृतिक सम्पदाओं के उपयोग के लिए जो भयकर होड़ हो रही थी, उसके कारण सैद्धान्तिक अनुसंधान और दार्शनिक विवेचन की उपेक्षा हुई।

पर फिर भी अमरीका ने, हमारे गणराज्य के आरम्भिक वर्षों में सैद्धान्तिक विज्ञान के क्षेत्र में भी साधारण योगदान दिया। नया इसका यह कारण है कि

महान् सिद्धान्तकारो को किसी विशेष वातावरण या प्रेरणा की आवश्यकता नहीं होती, या शिक्षित लोगों को बहुत बड़ी आबादी में मेधावी और प्रतिभाशाली लोग जन्म लेते ही हैं और अपने कार्यों से समाज को प्रभावित करते हैं ? हमें यह नहीं भूलना चाहिए कि प्रमुख वैज्ञानिकों का जन्म अत्यधिक अप्रत्याशित स्थानों पर हुआ। उनके पुरखे इस क्षेत्र में कार्य नहीं करते थे, उन्हें विशेष प्रशिक्षण भी नहीं मिला और न ही उन्हें किसी ने असाधारण प्रोत्साहन ही दिया। सामान्य मजदूर के पुत्र जोसेफ हेनरी, सीमान्त प्रदेश के एक सघर्षशील किसान के बच्चे मैथ्यू मीरी, कैलिफोर्निया के किराने के एक साधारण दुकानदार के पुत्र एलवर्ट माइकेलसन और क्रूकलिन न्यूयार्क के किराने के दुकानदार, आस्ट्रिया के एक प्रवासी के पुत्र आइसीडोर रैवी के जीवन और उनके महान् कार्यों को देखने से इस सम्बन्ध में सन्देह की गुँजाइश नहीं रह जाती।

अक्सर यह कहा जाता है कि अमरीका के वैज्ञानिकों ने अपने समय की उथल-पुथल की प्रायः पूरी उपेक्षा की और इन सामाजिक समस्याओं की चिन्ता किए बिना वे अपने वैज्ञानिक कार्यों में लगे रहे। पर अमरीकी विज्ञान के इतिहास से इस बात की पुष्टि नहीं होती कि हमारे वैज्ञानिक सामाजिक समस्याओं के प्रति पूरी तरह उदासीन थे।

क्रूकलिन की सामाजिक और राजनीतिक गतिविधियाँ, जिनके कारण वे अपने समय के प्रथम नागरिक बने, सब लोग जानते हैं और उनकी यहाँ पुनरावृत्ति करने की आवश्यकता नहीं है। टामसन ने अपने विश्वासों के अनुसार यूरोप के निर्धन वर्ग की सेवा में अपने जीवन का एक बहुत बड़ा भाग लगाया। क्रूकर यूरोप की राजनीतिक और धार्मिक असहिष्णुता के कारण यूरोप से भाग कर अमरीका गए थे। उन्होंने कई वर्ष तक अमरीका में सरकारी पदों पर कार्य किया और वहाँ धार्मिक हठधर्मिता या कट्टरपन के खिलाफ जबरदस्त संघर्ष किया। डेविड रिट्तेनहाउस ने गुलामों के व्यापार का विरोध किया और खुले रूप से फ्रांस की क्रांति के उद्देश्यों का समर्थन किया। टामस से ने अपने काल के सर्वोत्तमकारी समाजवाद की प्रेरणा से १८२० में न्यू हारमनी के उस विशाल सामाजिक प्रयोग में हिस्सा लिया।

उस विचित्र और चंचल प्रतिभा वाले रॉफिनेस्क ने लोगों को खुशहाल बनाने की योजना तैयार करने में अपने व्यस्त जीवन के अनेक वर्ष लगाए। उन्होंने अपने तरीके से साधारण लोगों के हित के लिए एक बैंक की स्थापना की, जहाँ साधारण वित्त के लोग उचित व्याज पर और बिना अत्यधिक जमानत दिए, रुपया ऋण ले सकते थे। उन्हें इस काम में कुछ सफलता भी मिली।

जोसेफ हेनरी ने अपने वैज्ञानिक अनुसंधानों के व्यावहारिक उपयोग में द्वार नवस्थापित म्मियगोनियन इस्टिट्यूशन का निर्देशन करना स्वीकार किया। यदि हेनरी अपने अनुसंधानों के व्यावहारिक उपयोग के लिए महत्तम हो जाते तो उन्हें हमने अत्यधिक धन प्राप्त हो सकता था। गादमन न्यूकोम्ब ने अर्थशास्त्र के क्षेत्र में प्रवेश किया और वित्तीय विषयों पर बहुत कुछ लिखा। कहा जाता है कि ये द्रव्य-परिमाण गिडान का गहरी रूप में प्रतिपादन करने वाले पहले व्यक्ति थे। अमरीकी वैज्ञानिकों की सामाजिक समस्याओं के प्रति जागरूकता को समझना कठिन नहीं है और परमाणुयुग तथा अंतरिक्ष-यात्रा के युग के आरम्भ से तो यह बात स्वयं अत्यधिक स्पष्ट हो गयी है। अमरीकी विज्ञान की मुख्यतः उन लोगों ने समृद्ध किया जो स्वयं पुरानी दुनिया की असहिष्णुता और हठधर्मिता के शिकार थे या जो राजनीतिक और धार्मिक स्वतन्त्रता के लिए संयुक्त राज्य अमरीका आए थे। अन्य वैज्ञानिक उन स्त्री-पुरुषों के बंशज थे, जो यूरोप के हम छोटे बाले वातावरण को छोड़ कर, एक स्वतन्त्र देश की शुद्ध वायु में साँस लेने के लिए यहाँ आए थे। इनमें से कुछ ही लोग समृद्ध थे। अधिकांश ने स्वयं अपने-आपको शिक्षित किया था। ये लोग बुद्धिमान थे और लोकतन्त्री सरकार के अन्तर्गत स्वतन्त्र व्यक्तियों के अधिकारों और दायित्वों का अर्थ समझते थे।

पिछले ६० वर्षों में विज्ञान के क्षेत्र में दो महत्त्वपूर्ण परिवर्तन हुए। ये वैज्ञानिक अनुसंधानों की गति में तेजी और सैद्धान्तिक विज्ञान पर अधिक जोर देने की प्रवृत्ति हैं। इन परिवर्तनों का एक कारण अमरीका के सीमान्त की समाप्ति है। व्यग्र, साहसिक और कल्पनाशील व्यक्तियों को इस सीमान्त के अभाव के कारण अपनी शक्ति और क्षमता को अभिव्यक्ति देने के लिए ज्ञान के असीम क्षेत्र में प्रवेश करना पड़ा। मेधावी गणितज्ञों को अब आरम्भिक व्यापारिक सगठनों और सर्वेक्षणों में उतना अधिक स्थान नहीं मिलता था, जिसके फलस्वरूप उन्होंने वैज्ञानिक अनुसंधान की ओर ध्यान दिया। अब वे हमारे विश्व-विद्यालयों और औद्योगिक सगठनों की अनुसंधानशालाओं में अपनी गणित और सैद्धान्तिक प्रतिभा का परिचय दे रहे हैं।

जान हापकिन्स, सिकागो विश्वविद्यालय, स्टैनफोर्ड विश्वविद्यालय, कैलिफोर्निया इस्टिट्यूट ऑफ टेकनालाजी और इस्टिट्यूट फार एडवांस्ड स्टडी आदि शिक्षा-संस्थाओं की स्थापना से विद्यार्थियों को उच्च अध्ययन और अनुसंधान की सुविधा मिली, जिसके लिए पहले उन्हें बाध्य होकर विदेश जाना पड़ता था। अशकालिक अध्यापन की नई पद्धति के विस्तार के कारण हमारे विश्वविद्यालय के प्रोफेसरो को कक्षाओं में पढ़ाने में कम समय देना पड़ा, जिसके

फलस्वरूप ये बुनियादी अनुसंधान में अधिक समय लगा सके। अमरीकी विज्ञान के विकास में वाशिंगटन की कारनेगी इंस्टिट्यूशन, न्यूयार्क के कारनेगी कारपोरेशन, राकफेलर फाउण्डेशन, कामनवेल्थ फंड, गेनहीम मेमोरियल फाउण्डेशन, डब्ल्यू० के० केलोग फाउण्डेशन, स्तोएन फाउण्डेशन और फोर्ड फाउण्डेशन आदि अनेक गैर-सरकारी संस्थाओं ने अत्यधिक योग दिया। न्यूयार्क नगर में १९०४ में स्थापित राकफेलर इंस्टिट्यूशन फार मेडिकल रिसर्च जैमी वैज्ञानिक अनुसंधानशालाओं की स्थापना के लिए गैर-सरकारी संस्थाओं से करोड़ों डालर मिले। इन महान् संस्थाओं की आर्थिक सहायता के फलस्वरूप ही माउण्ट पेलेमर की संसार की सबसे बड़ी २०० इंच व्यास की दूरबीन और कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय का साइक्लोट्रॉन बनाये जा सके। इसके अलावा इन सहायता के फलस्वरूप अन्य अनेक महत्त्वपूर्ण वैज्ञानिक अनुसंधानशालाओं की स्थापना हुई।

कुछ हद तक इस कारण से, संसार भर के वैज्ञानिक अमरीका आकर हमारे अनुसंधानकर्त्ताओं के साथ काम करने के लिए आकर्षित हुए। यहाँ स्वतंत्रता और शान्ति के वातावरण में उन्होंने एक दूसरे के कार्य में सहयोग दिया तथा पारस्परिक विचार-विमर्श से एक दूसरे का ज्ञानवर्धन किया। उत्तर जापान के पर्वतीय प्रदेश से हिंदी नोगुची पीत ज्वर सम्बन्धी अनुसंधान के लिए राकफेलर इंस्टिट्यूट फार मेडिकल रिसर्च में आए और दक्षिण अफ्रीका के मेक्स-थीलर ने यहाँ आकर इसी रोग की चिकित्सा के लिए वेक्सीन की ईजाद की, जिस पर उन्हें १९५१ में नोबेल पुरस्कार मिला। इंस्टिट्यूट फार एडवांस्ड स्टडी में अध्ययन और अनुसंधान के लिए दो युवक चीनी सिद्धान्तिक भौतिक-विज्ञानी, सुंग दाओ ली और चैन निंग यांग आए और यहाँ उन्होंने आगे जो अनुसंधान-कार्य किया, उसके फलस्वरूप समता सिद्धान्त की गलत सिद्ध किया जा सका। इन दोनों वैज्ञानिकों को इस कार्य के लिए १९५७ में भौतिकी का नोबेल पुरस्कार मिला।

हमारे कुछ बड़े औद्योगिक संगठनों ने जो आधुनिकतम अनुसंधानशालाएँ बनायीं, उससे भी विज्ञान की प्रगति में अत्यधिक सहायता मिली। इन प्रयोगशालाओं में पहली महत्त्वपूर्ण प्रयोगशाला जनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी की थी, जिसे १९०२ में स्वेनेकटाडी, न्यूयार्क में बनाया गया था। इसके बाद ईस्टमन कोडक कम्पनी, वेस्टिंगहाउस इलेक्ट्रिक एण्ड मैनुफैक्चरिंग कम्पनी, गल्फ आयल कम्पनी और ई० आई० डु पोन्त द नेमूम एण्ड कम्पनी को अनुसंधानशालाओं की स्थापना हुई। १९१६ के लगभग इन गैर-सरकारी अनुसंधानशालाओं की स्थापना को प्रोत्साहन और प्रेरणा मिली।

महायुद्ध ने हमें तुरन्त और बड़े नाटकीय ढंग से यह सबक दिया था कि हम वैज्ञानिक उपकरणों, कृत्रिम रसायनों और रंगों आदि के लिए पुरानी दुनिया पर अत्यधिक निर्भर हैं। १९२० तक उद्योगों की इन अनुसन्धानशालाओं में ६ हजार वैज्ञानिक काम कर रहे थे और २० वर्ष बाद यह संख्या ३६ हजार हो गयी। अनुसन्धानकार्य पर अरबों डालर खर्च किये गए।

इसके फलस्वरूप अमरीका में बुनियादी अनुसन्धान और उनके व्यावहारिक उपयोग दोनों में बहुत प्रगति हुई। उद्योगों की दो अनुसन्धानशालाओं के पाँच वैज्ञानिकों को नोबेल पुरस्कार मिले। ये हैं : जनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी के इरविंग लैंग्म्योर और वेल् टेलीफोन सेवोरेटरीज के विलनटन जे० डेविमन, जान बारडीन, वाल्टर एच० ब्राटेन और विलियम शाकले। इनमें से पहले दो वैज्ञानिकों को कुछ विज्ञान के अनुसन्धान और अन्य तीन को ट्रांजिस्टर की ईजाद पर यह सम्मान मिला।

वालीम सरकारी अनुसन्धान सत्याएँ और अनुसन्धान शालाएँ भी विज्ञान की सेवा कर रही हैं। इनमें से कुछ की स्थापना उन्नीसवीं सदी में हुई। जैसे नौ-सेना की वेधशाला, तट और भू-पृष्ठीय सर्वेक्षण (कोस्ट एण्ड जिग्रोडेटिक सर्वे) भूगर्भ सर्वे और कृषि-विभाग। २०वीं शताब्दी के पहले दशक में ममुक्त राज्य खान-कार्यालय, संयुक्त राज्य मानक कार्यालय, राष्ट्रीय स्वास्थ्य सस्था और संयुक्त राज्य सार्वजनिक स्वास्थ्य-सेवा की स्थापना हुई। इनके वैज्ञानिकों ने पैलाग्रा, पीत ज्वर, टाइफाइड, अमीबा और दहालुज (बैसिलरी) पेंसिस, राकी पर्वत-शृङ्खला में होने वाला स्पॉटिड ज्वर, मलेरिया और भच्छर नियंत्रण तथा कारखानों में काम करने वाले लोगों के स्वास्थ्य रक्षा सम्बन्धी महत्वपूर्ण अनुसन्धान किए। उन्होंने बुनियादी भौतिक-विज्ञान में भी प्रशसनीय कार्य किया। इसका उदाहरण राष्ट्रीय मानक कार्यालय के एफ० जी० ब्रिक्वेड द्वारा ड्यूटेरियम का अनुसन्धान है।

दूसरा महायुद्ध शुरू होने से पहले ही अमूर्त या सैद्धान्तिक विज्ञान के क्षेत्र में यूरोप के समक्ष अमरीका की हीनता अतीत की बात बन चुकी थी। उच्च वैज्ञानिक अध्ययन और अनुसन्धान के लिए हमारे युवकों का यूरोप जाना बन्द हो चुका था, जहाँ १९वीं शताब्दी के उत्तरार्द्ध में अनुसन्धान का बहुत विकास हुआ था। हमारी अनुसन्धानशालाओं में बड़े पैमाने पर अनुसन्धान-कार्य हो रहा था और यह विदेशी अनुसन्धानशालाओं के कार्य से किसी भी तरह नीचा नहीं था। कैलिफोर्निया इंस्टिट्यूट आफ टेकनासोजी में, टामस हंट मोरगन ने एलफेड स्टारटोवांट तथा संसार के किसी भी भाग के लिए दुर्लभ मेधावी

सहायकों की सहायता से आनुवंशिकता के महत्त्वपूर्ण सिद्धान्त का प्रतिपादन किया। मौरगन के जीन सिद्धान्त ने, जिसकी तुलना ऊष्मागतिक के क्षेत्र में जे० विलाडं गिब्स के अत्यधिक महत्त्वपूर्ण कार्यों से की जा सकती है, विज्ञान को क्रमविकास और आनुवंशिकता के रहस्यों को सुलभाने में अत्यधिक सहायता दी।

पासाडेना में एक और मेधावी सैद्धान्तिक वैज्ञानिक, रिचर्ड सी० टोलमन उन मांकड़ों और वैज्ञानिक जानकारी के विवेचन में लगे थे, जो एडविन हुबल और अन्य अनुसंधानकर्ताओं ने माऊंट विलसन के १०० इंच के दूरदर्शक की सहायता से उपलब्ध किए थे। उन्होंने ब्रह्माण्ड सम्बन्धी जो सिद्धान्त प्रतिपादित किए, उससे वाध्य होकर आइस्टीन ने भी ब्रह्माण्ड के अपने स्थिर माडेल सिद्धान्त के स्थान पर टोलमन के अस्थिर प्रत्यात्मक माडेल सिद्धान्त को स्वीकार किया। हुबल ने कानून का अध्ययन छोड़कर ज्योतिर्विज्ञान के अध्ययन में स्वयं को लगाया। उन्होंने ब्रह्माण्ड सम्बन्धी जो जानकारी उपलब्ध की, वह इस विषय की पूरे सप्ताह की जानकारी का एक बड़ा भाग है। इस वैज्ञानिक की प्रतिभा यूरोप के किसी भी महत्तम सैद्धान्तिक वैज्ञानिक से की जा सकती है। इन्होंने निरन्तर विस्तृत होते ब्रह्माण्ड के सिद्धान्त का प्रतिपादन कर मनुष्य को वह जानकारी दी, पहले जिसकी कल्पना भी सम्भव नहीं थी।

कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय में युवक अनुसंधानकर्ता अर्नेस्ट ओ० लारेंस ने परमाणु के गर्भ पर उस हथियार से प्रहार किया, पहले जिसकी कल्पना भी नहीं की जा सकती थी और इस प्रकार विज्ञान के एक नए और सदा चुनौती देने वाले क्षेत्र के द्वार खोल दिए। उनके साइक्लोट्रॉन या परमाणु का विच्छेदन करने वाले यंत्र इतने प्रभावशाली थे कि बीस से अधिक अन्य अमरीकी विश्व-विद्यालयों ने उनकी सहायता से ऐसे ही यंत्र अपने यहाँ बनाए और जल्दी ही यूरोप तथा एशिया की अनुसंधानशालायों ने भी उनका अनुसरण किया।

राकफेलर इंस्टिट्यूट फार मेडिकल रिसर्च में, इंडियाना में जनमे जीव-रसायनविद् बेंडेल एम० स्टेनली ने १९३५ में एक रवेदार प्रोटीन का अनुसंधान किया, जिगमें रोग उत्पन्न करने वाले विषाणु के सब गुण थे। उन्होंने इस दुष्ट रसायन को सम्बानू के विषाणु रोग, मौजेक, लगी पत्तियों से झलग किया। ये रवे सम्बानू के स्वस्थ पौधों में भी मौजेक रोग उत्पन्न कर सकते थे। यद्यपि इनमें प्राण नहीं था, फिर भी ये अपनी रासायनिक मात्रा को जीवित से मिलने वाले यौगिकों की सहायता में बढ़ाने में सक्षम थे। स्टेनली के रसायनशास्त्र, आयुर्विज्ञान और जीव विज्ञान सम्बन्धी इस अनुसंधान से

भर प्रभावित हुआ और यह आशा बंधी कि विपाणु रोगों को समाप्त किया जा सकेगा ।

न्यूयार्क नगर के कोलम्बिया विश्वविद्यालय की एक प्रयोगशाला में हैरोल्ड सी० यूरे ने अत्यधिक विकसित विधि और सैद्धान्तिक आधार पर एक महान् वैज्ञानिक क्षेत्र में अनुसंधान किए । उन्होंने हाइड्रोजन के दो भारी समस्थानिकों में से एक का अनुसंधान किया तथा कार्बन और नाइट्रोजन आदि के समस्थानिकों का पर्याप्त मात्रा में अलग किया । इन तथा अन्य समस्थानिकों के मिलने से मनुष्य की स्वास्थ्य सम्बन्धी महत्वपूर्ण समस्याओं को सुलभाने के लिए अनुसंधान करना सम्भव हुआ ।

कार्ल एण्डरसन ने, जो रायट ए० मिलिकन की प्रेरणा से रहस्यमय ग्रहाण्ड किरणों सम्बन्धी अनुसंधान कर रहे थे, पदार्थ के एक नए कण पोजीट्रॉन का अनुसंधान किया तथा विचित्र कण मेसन का भी पता लगाया । पासाडेना में एण्डरसन की प्रयोगशाला के सामने, मेधावी सैद्धान्तिक, वैज्ञानिक और कुशल प्रयोगकर्ता लाइनस पॉलिंग ने ब्रॉटम सिद्धान्त के आधार पर रबों की रचना तथा अणुओं के स्थायित्व की कई समस्याओं का स्पष्टीकरण किया । इसके बाद उन्होंने प्रोटीन की रासायनिक रचना और आणविक आयुर्विज्ञान चिकित्सा में अणुओं के उपयोग की समस्याओं को सुलभाने का अत्यधिक जटिल काम साहसपूर्वक अपने हाथों में लिया और एक बार फिर इस नोबेल पुरस्कार विजेता ने विज्ञान के इन नए क्षेत्रों में अत्यधिक महत्वपूर्ण कार्य किया ।

सेलमन ए० वाक्समन ने वर्षों तक न्यू ग्रंथविक, न्यू जर्सी के रटजर्स विश्व-विद्यालय में माइक्रोवामीलाजी का अध्ययन किया । यह युवक २२ वर्ष की उम्र में, १९१० में, सीनियर रूस के यूक्रेन प्रदेश से क्रोव धारण था । १९४३ में उन्होंने एक नई प्रतिजीव औषधि, स्ट्रेप्टोमाइसीन का अनुसंधान किया, जिसके द्वारा गुरदे तथा मनुष्य के अन्य जटिल रोगों की चिकित्सा की जा सकती । इसके बाद उन्होंने और उनके सहयोगियों ने इस्टिड्यट ग्रफ माइक्रोवामीलाजी में ऐसे नए रसायनों की खोज जारी रखी । यह अनुसंधानशाला उनकी स्ट्रेप्टोमाइसीन की विक्री की रायल्टी से प्राप्त धन से बनायी गई थी ।

हार्वर्ड विश्वविद्यालय में दार्शनिक-भौतिकी-विज्ञानी परसी डब्ल्यू० ब्रिजमन ने रबों की रचना और अत्यधिक भारी वस्तुओं के प्रभाव के अध्ययन के लिए ध्वी के भीतर के दबाव जितने दबाव का प्रयोग कर अपने अनुसंधान किए । इसी विश्वविद्यालय में युवक रायट वी० बुडवर्ड ने अत्यधिक जटिल कार्बनिक अणुओं की रचना का पता लगाने के लिए अनुसंधान किए और कोटिसोन,

स्ट्राइचनीन, क्वीनीन (कुनैन) और रेस्पेरीन जैसे रसायनों को पहली बार बनाने में सफलता प्राप्त की। इसी विश्वविद्यालय की एक और प्रयोगशाला में जार्ज वाल्ड ने २५ वर्षों के प्रयत्न के बाद दृश्य रसायन के रहस्यों का पता लगाने में सफलता प्राप्त की।

सेंट लुई के वाशिंगटन यूनिवर्सिटी स्कूल आफ मेडिसिन में पति-पत्नी की एक अनुसंधान टोली ने यह पता लगाने के लिए अनुसन्धान किए कि शर्करा और स्टार्च को खाने के बाद शरीर में क्या प्रतिक्रिया होती है। ये दम्पति डाक्टर कार्ल एफ० और जर्टी टी० कोरी, १९२२ में प्राग, चेकोस्लोवाकिया से आए थे और ६ वर्ष बाद उन्हें अमरीकी नागरिकता मिल गई थी। उन्होंने इन्सुलिन सम्बन्धी कुछ समस्याओं को सुलझाया और ससारा भर के करोड़ों मधुमेह रोगियों को आशा का सन्देश दिया।

और फिर वीसों अनुसन्धानकर्ताओं के वर्षों के अनुसन्धान के बाद यह उत्साहवर्धक घोषणा हुई कि वच्चो के पदाघात को समाप्त करने के लिए प्रभावशाली वैक्सीन की ईजाद हो गई है। पिट्सबर्ग विश्वविद्यालय के मेडिकल स्कूल के जोनास्क ई० साल्क ने आयुर्विज्ञान के इतिहास का यह अत्यधिक महत्वपूर्ण अनुसन्धान किया था और उन्हें इस अनुसन्धान के लिए आवश्यक धन का कुछ भाग नेशनल फाउण्डेशन फार इफेनटाइल पेरेलिइसिस से प्राप्त हुआ।

अमरीकी विज्ञान आज भी क्षमिशाली, कल्पना-प्रवण और उस हद तक सृजनात्मक है, जिसकी कल्पना आसानी से नहीं की जा सकती। पूरे देश में विज्ञान के प्रति एक नया उत्साह छाया हुआ है। अमरीकी वैज्ञानिक बिना किसी प्रचार के देश के मुदूर भागों में महत्वपूर्ण अनुसन्धानों में लगे हुए हैं। केवल विश्वविद्यालय, सरकारी और औद्योगिक अनुसंधानशालाएँ ही ऐसे एकमात्र केन्द्र नहीं हैं, जहाँ बहुत बड़े पैमाने पर वैज्ञानिक कार्य हो रहा है। जब मैं अपनी इस पुस्तक के लिए आवश्यक जानकारी इकट्ठा करने के लिए देश का दौरा कर रहा था और वैज्ञानिकों से मिलकर अमरीकी विज्ञान की कहानी का ताना-बाना बुनने का प्रयत्न कर रहा था, तो मैंने देखा कि हमारे आरम्भिक प्रकृतिविदों की भावना अभी भी जीवित है। जब मैं उन मार्गों पर मोटर-यात्रा करता, जहाँ एक समय लैविस और क्लार्क ने अपना आरम्भिक सर्वेक्षण कार्य किया था, या उन पगडंडियों पर चलता जहाँ वूड वरत्राम और रेफीनेस्क ने दुर्लभ वनस्पतियों आदि की खोज की थी, तो मुझे लगता कि हमारे मध्य इन प्राचीन प्रकृतिविदों के प्रतिरूप अभी भी विद्यमान हैं। डेव वेली नेशनल मान्युमेंट (राष्ट्रीय स्मारक) की रंगीन तलहटी में, जहाँ एक शताब्दी पहले जान सी०

फ्रीमॉट ने कुछ दिलचस्प नए पीधे प्राप्त किए थे, मेरी भेंट एक ऐसे व्यक्ति से हुई जो आज भी 'जीवित वस्तुओं' को पगन्द करता है ।

ऊँची पेनामिण्ट और पयुनेग्ल पर्वत-शृङ्खला के बीच की सुन्दर घाटी में मेरी भेंट एम० फ्रेंच गिलमन से हुई, जिन्होंने एक घाताब्दी से अधिक समय पहले वेनिंग, कैलिफोर्निया के आग-पाग के प्रदेश में दुर्लभ वनस्पतियों का सग्रह शुरू किया था । १९३१ में वे मैदानल पाक सविता की ओर में इस घाटी में पीधे लगाने के काम के सम्बन्ध में आए थे । आज उनका नाम डेय वॉली के वनस्पति-विज्ञान और पक्षी-विज्ञान का पर्याय बन गया है । आरम्भ के श्रेणियों प्रकृतिविदों की तरह उन्हें स्वतंत्र में शिक्षा नहीं मिली थी और लैटिन के जरा से ज्ञान के बिना भी गिलमन को एक सतर्क सग्रहकर्ता के रूप में भाग्यता मिली । गिलमैनिया ह्युटेसोला और अन्य कई फूलों का नाम उनके नाम पर रखा गया है । वे और उनके प्रवीण सहकर्मी भी विज्ञान के क्षेत्र में धमरीका की इस महान् यात्रा के समभागी हैं ।

विषय-सूची

आभार-स्वीकार	क
विषय-प्रवेश	ग
अध्याय-१	
टामस हट मोरगन (१८६६-१९४५)	
अमरीकी विज्ञान की प्रौढ़ता	१
अध्याय-२	
हर्वर्ट मैकलिन ह्वान्स (१८८२-	
अमरीकी विज्ञान की दो नए क्षेत्रों में प्रगति	२६
अध्याय-३	
एडविन पावेल हुवल (१८८९-१९५३)	
अमरीकी विज्ञान के विशालकाय यत्र और बड़े-बड़े संस्थान	४८
अध्याय-४	
अर्नेस्ट आर्लेण्डो लारेंस (१९०१-१९५८)	
विश्व विज्ञान का ऐतिहासिक मोड़	७५
अध्याय-५	
एनरिको फर्मी (१९०१-१९५४)	
अणु शक्ति का अनुसंधान और नियंत्रण करने वाले व्यक्ति	९८

टामस हंट मोरगन

(१८६६-१९४५)

अमरीकी विज्ञान की प्रौढ़ता

१९वीं शताब्दी के अन्त में जीव-विज्ञान सम्बन्धी दो महत्वपूर्ण समस्याओं पर विचार हो रहा था। इनमें से एक समस्या इस सम्बन्ध में थी कि जीवी ससेचित अण्डे से किस प्रकार विकसित होता है। यह युनियादी और अत्यधिक महत्वपूर्ण समस्या थी। दूसरी समस्या क्रम-विकास और आनुवंशिकता के प्रश्न से सम्बन्धित थी। १९वीं शताब्दी में भ्रूण-विज्ञान के सम्बन्ध में यह बात बार-बार दोहराई जाती थी कि व्यक्ति-इतिहास (फ़ान्टोजेनी), जाति-इतिहास (फ़ाइलोजेनी) में परिवर्तित हो जाते हैं। अर्थात् एक व्यक्ति के विकास का इतिहास उस स्पीशीज के जाति-इतिहास की पुनरुत्पत्ति इत्यादि है। विभिन्न स्पीशीज के भ्रूणों के विकास के तरीकों-सम्बन्धी अनेकों अध्ययनों से यह बात सत्य प्रमाणित होती प्रतीत हुई। उदाहरण के लिए, एक भ्रूण का विकासशील भ्रूण सरीसृप और मछलियों जैसे निचली श्रेणी के जीवों की विभिन्न स्थितियों से गुजरता हुआ लगता है।

क्या इसी दृष्टिकोण को स्वीकार किए रहना था या इन समस्याओं को सुलझाने के लिए सक्रिय प्रयास आवश्यक था? इस समस्या के सुलझाने के लिए व्यावहारिक और वस्तुपरक दृष्टिकोण की आवश्यकता थी। अमरीकी विज्ञान ने टामस हंट मोरगन के रूप में इस समस्या का सफल समाधान देखा जो जीन सिद्धान्त के प्रतिपादक थे।

मोरगन के माता-पिता, दोनों डॉक्टर थे। मोरगन के पिता डॉ. टामस हंट मोरगन का जन्म १८६६ में हुआ था। डॉ. मोरगन का जन्म कैलिफ़ोर्निया के सैन फ्रांसिस्को में हुआ था। डॉ. मोरगन का जन्म १८६६ में हुआ था। डॉ. मोरगन का जन्म १८६६ में हुआ था। डॉ. मोरगन का जन्म १८६६ में हुआ था।

वाद में जान होपकिन्स विश्वविद्यालय में उन्होंने प्रकृति-विज्ञान और शरीर-क्रिया-विज्ञान का अध्ययन किया ।

इस काल में यूरोप के जीवविज्ञानियों का एक वर्ग, जिन्हें जीववादी कहते थे, यह कह रहा था कि जीव-विकास की क्रिया को केवल वैज्ञानिक सिद्धान्तों के आधार पर समझने का प्रयास निरर्थक सिद्ध होगा, क्योंकि जीवन-क्रिया सृजनात्मक शक्तियों के नियन्त्रण में है, जो विज्ञान के ज्ञान के बाहर की बात है । जब वैज्ञानिकों के एक वर्ग ने रासायनिक और भौतिक आधार पर भ्रूण के विकास का अध्ययन करने का समर्थन किया तो मोरगन ने इस नई दृष्टि को ही उचित समझा । शरीर-विज्ञानी विलहेल्म राक्स के प्रयोग से वे अत्यधिक प्रभावित हुए । राक्स भेड़ के एक विकासशील अण्डे की पहली दो कोशिकाओं में से एक को नष्ट करने में सफल हुए । उन्होंने इस प्रयोग से यह सिद्ध किया कि आधा भ्रूण नष्ट होने के बजाए भेड़ के एक भाग के रूप में विकसित हुआ । वस्तुतः इस प्रयोग द्वारा मनुष्य ने अण्डे के पूर्व-निश्चित विकास की क्रिया को केवल भौतिक परिवर्तन से ही नहीं बल्कि रासायनिक परिवर्तनों से भी बदल दिया था । जेक्स लोएव ने कृत्रिम तरीके से पहली बार अण्डों को संसृष्ट करके विज्ञान-जगत् को आश्चर्य-चकित कर दिया । उन्होंने एक मनुष्यी जीव के अण्डों को रासायनिक और यान्त्रिक तरीकों से संसृष्ट किया था । उन्होंने तथा उनके विचार के समर्थक अन्य वैज्ञानिकों ने अनेकों प्रयोगों से यह स्पष्ट किया कि जीवों के जीवनक्रम में अनेक प्रकार से परिवर्तन किये जा सकते हैं । जीववाद के समर्थक वैज्ञानिकों ने इस बात को स्वीकार नहीं किया और डटकर इसका मुकाबला किया ।

जीववादियों का कहना था कि भौतिक और रासायनिक परिवर्तनों से संसृष्ट अण्डे के विकसित होकर पूर्ण विकसित जीव बनने की अद्भुत क्रिया को संसृष्ट के दौरान जब डिम्ब या अण्डाणु में शुक्राणु प्रवेश करता है, तो भौतिक और रासायनिक परिवर्तन होते हैं । उन्होंने इस बात पर जोर दिया कि इन अपेक्षाकृत महत्वहीन परिवर्तनों के पीछे वे शक्तियाँ काम करती हैं, जो जीव-विकास क्रिया को प्रेरित कर सफलतापूर्वक इसे सम्पन्न करती हैं । पर यान्त्रिक सिद्धान्त के समर्थक, दूसरी ओर, यह विश्वास करते थे कि प्रकृति की हर घटना और क्रिया भौतिक और रासायनिक परिवर्तनों का परिणाम होनी है और इस पर किसी रहस्यपूर्ण या अन्य शक्ति का नियन्त्रण नहीं होता । वे यह मानते थे कि कालान्तर में प्रायः, प्रत्येक जटिल जीव-विज्ञान सम्बन्धी क्रिया को वैज्ञानिक प्रयोगशालाओं में दोहरा सकते हैं ।

१८६५ में मोरगन नेपल्स के प्रसिद्ध प्राणि-विज्ञान केन्द्र में अध्ययन के लिए गए, जहाँ उनके साथ के कमरे में हंस डिस्च काम करते थे। यंत्रवादियों का यह दावा, कि जीवन-विकास-क्रम को भौतिकी और रसायनशास्त्र के सामान्य नियमों से समझाया जा सकता है, अधिक उग्र होता जा रहा था। पर जीववादी भी इन युवक प्राणिविज्ञानियों के विरोध के लिए डटे लड़े थे। दार्शनिक हंस डिस्च ने जीववादियों का समर्थन किया पर मोरगन दूसरे पक्ष की ओर रहे। जीववादी एनटेलेचो, जीवनशक्ति और समग्रता आदि जिन शब्दों का प्रयोग करते थे, मोरगन के लिए उनका विशेष महत्त्व नहीं था, क्योंकि उन्होंने अनेक बार कहा कि प्रयोग द्वारा प्रमाणित बातों के अलावा अन्य तर्क देना पर्याप्त नहीं है। इसी प्रकार उनका विश्वास था कि रहस्यमय शक्ति का विज्ञान से कोई सम्बन्ध नहीं। पर उन्होंने यह भी घोषणा की कि अपनी वर्तमान स्थिति में यंत्रवाद भी बहुत बंधकाना या अतिक्रमिता दर्शन है।

२०वीं शताब्दी के आरम्भ तक सामान्यतः यह स्वीकार किया जाता था कि जीवियों में धीरे-धीरे परिवर्तन का कारण केवल वातावरण या स्थानीय परिस्थितियाँ हैं, जिनके फलस्वरूप कालान्तर में नई स्पीशीज उत्पन्न होती हैं। पर यह तर्क पूरी तरह से विद्वास-योग्य नहीं। सदियों तक चीनियों ने अपनी नवजात बच्चियों के पाँव लोहे के जूतों में बन्द किए, जिससे उन्हें बहुत छोटा रखा जा सके। पर सरकारी आदेश से इस रिवाज की समाप्ति के बाद इन बच्चों के पाँवों को विकास की पूर्ण स्वतन्त्रता मिली और वे अन्य सामान्य व्यक्तियों के पाँवों की तरह विकसित हुए, मानो लोहे के जूतों में बन्द कर पाँव छोटे करने की क्रिया कभी भी न अपनाई गई हो। इस बात से यह स्पष्ट होता है कि मनुष्य-निर्मित परिस्थितियों का अगली पीढ़ियों तक कोई प्रभाव नहीं हुआ। यानी छोटे पाँव वाली स्त्रियों की संतति में भी यह विशेषता नहीं आई। तो क्या कोई ऐसी अन्य क्रिया है, जिसके द्वारा आनुवंशिकता से प्राप्त गुणों के उत्पन्न होने का कारण समझाया जा सकता है ?

एक डच जीवविज्ञानी, ह्यूगो दे व्राइज को सांध्य-प्रमरोज की मूक गई किस्म अकस्मात् दिखाई दी, जो एम्सटर्डम के पास एक खेत में उग रहा था। यह एक जंगली पौधा था। दे व्राइज ने यह पता लगाने के लिए कि क्या यह नये किस्म का पौधा वस्तुतः कोई नई स्पीशीज है, उन्होंने इसके गुणों का प्रयोग बीज बोए। जल्दी ही उन्हें इस बात का पता चल गया कि यह नया वस्तुतः नई स्पीशीज है और उन्हें इस पौधे की कुछ विशेषताएँ मिलीं। ये पौधे बहुत छोटे-छोटे थे। यह इस बात का प्रमाण है -

एक स्पीशीज से दूसरी स्पीशीज उत्पन्न हो सकती है, जो स्वतन्त्र रूप से कायम रह सकती है। द ग्राइज ने इस क्रिया को म्यूटेशन या उत्परिवर्तन नाम दिया, जिसके द्वारा किसी प्राचीन स्पीशीज से एक नई स्पीशीज उत्पन्न होती है और वंशवृद्धि करती है।

यह भविष्य के अनुसंधानों की कुञ्जी थी—जीवियों का प्रजनन करो और उत्परिवर्तन पर नजर रखो। पहली बार विज्ञान को एक ऐसा मापन मिला, जिसके द्वारा क्रम-विकास और भ्रानुवृत्तिका को प्रयोगों द्वारा सिद्ध किया जा सकता था। १९०६ में मोरगन ने, जबकि उनकी उम्र ४३ वर्ष की थी, इस मापन को अपनाया, क्योंकि वे अधिकांश जीव-विज्ञानियों की बनिस्वत इसके महत्व को ज्यादा समझते थे। मोरगन इस बात से आश्चर्य थे कि उत्परिवर्तन जीवियों के क्रम-विकास में महत्वपूर्ण भूमिका भवा करता है और क्रम-विकास की समस्या पर कल्पना पर आधारित सिद्धान्तों के द्वारा विचार करना अब समाप्त हो जाएगा।

अब क्रम-विकास की अनेकों समस्याओं का अध्ययन प्रयोगशाला में किया जा सकता था। मोरगन को सांध्य-प्रिमरोज से संतोष नहीं हुआ, उन्हें बहुत कम समय तक जीवित रहने वाले एक ऐसे जीव की आवश्यकता थी, जिसे प्रयोगशाला में विभिन्न परिस्थितियों में पैदा किया जा सके। उन्होंने जहाँ, कबूतरों और यहाँ तक कि पौधों की जूँओं तक पर प्रयोग किए और अन्ततः एक दिन उन्हें एक अन्य उपयुक्त कीट की जानकारी मिली।

सिरका मक्खनी (विनेगर फ्लाई), डोसोफिता मेलानोगेस्टर, एक बहुत छोटा जीव है, जिसकी लम्बाई चौथाई इंच होती है। इसे अक्सर सड़े हुए फलों पर भिन-भिनाते हुए देखा जाता है। एक दिन में ही इसका अंडा कोमल सफेद डिम्ब या लार्वा में बदल जाता है, जो दो या तीन दिन बाद प्युपा बन जाता है। और पाँच दिन बाद पलदार मक्खनी तैयार हो जाती है। दस दिन के भीतर अंडों से मक्खी बनने के इसके जीवन-चक्र के पूरा होने के कारण एक वर्ष में इस मक्खी की तीस पीढ़ियाँ उपलब्ध होनी हैं। प्रयोगशालाओं में प्रयुक्त अन्य जीवों की अपेक्षाकृत धीमी प्रगति को देखते हुए यह बहुत बड़ी बात थी। मोरगन ने ऐसी कुछ मखियों उपलब्ध की। उस समय उन्हें इस बात का आभास नहीं था कि कुछ वर्षों के भीतर ही जीव विज्ञान स्पी रसोईकी यह सिन्डरेला भ्रानु-वृत्तिका की रानियों जैसी पोशाक पहन कर कुछ वर्षों के भीतर ही संसार भर में प्रयोगों में प्रयुक्त सर्वाधिक प्रसिद्ध जीव बन जाएगी।

१९०६ के पतझड़ और सर्दियों में मोरगन ने अपनी इन मखियों को हर प्रकार की अपाधारण परिस्थितियों में रखा। उन्हें आशा थी कि इस क्रिया से

टासस हंट भोरगन

नई स्पीशीज या म्यूटेण्ट (उत्परिवर्ती) प्राप्त होंगे । पर वैज्ञानिक दृष्टि से कोई महत्वपूर्ण परिणाम नहीं मिला । फिर एक दिन अप्रैल, १९१० में सफेद आँखों वाली एक नर-मक्खी दिखाई पड़ी । यह एक महत्वपूर्ण घटना थी । सामान्य मक्खियों की आँखें लाल थीं । अतः एक स्पष्ट म्यूटेण्ट मिल गया था, जिसका उपयोग आनुवंशिकता-सम्बन्धी प्रयोगों में किया जा सकता था । मोरगन ने सफेद आँखों वाली इस बहुमूल्य मक्खी को लाल आँखों वाली मक्खियों से संकर करने की योजना बनाई । जिस प्रकार उनसे पचास वर्ष पहले युवक ग्रेगर मेण्डेल ने हरी मटर को पीली मटर से अगस्टीनियन मठ में संकर किया था ।

मेण्डेल अध्ययन, चिन्तन और प्रयोगों के लिए पर्याप्त समय पाने के लिए पादरी बन गए थे । उनकी अभिरुचि आनुवंशिकता की समस्या में बनी रही और इस सम्बन्ध में अनेक लोगोंने जो प्रयोग किए थे, उससे उपलब्ध आरम्भिक जानकारी से उन्हें पर्याप्त सहायता मिली । इस जानकारी से पता चला कि प्रत्येक जीव की सदा समान संतति नहीं होती, पर यह इस दिशा में प्रयत्नशील होती है । मेण्डेल के मन में विचार आया कि क्या गणित के नियमों के आधार पर आनुवंशिकता के लक्षणों को समझाया जा सकता है । इस बात का पता लगाने के लिए उन्होंने विपरीत लक्षणों वाले एक जोड़े की आनुवंशिकता के लक्षणों का अध्ययन शुरू किया ।

जिस वर्ष मोरगन का जन्म हुआ, मेण्डेल ने सात वर्ष के प्रयोगों के बाद अपने पीधे उगाने के परीक्षणों का विवरण प्रकाशित किया । उन्होंने देखा कि मटर की एक लम्बी किस्म को कम लम्बी किस्म से संकर करने पर जो पीधे उत्पन्न हुए, वे सब लम्बे थे । जब इस पहली लम्बी पीढ़ी के पौधों को, जिन्हें उन्होंने एफ₁ कहा, स्वयं संसेचित किया गया तो उससे उत्पन्न पीधों में तीन लम्बे पीधे और एक छोटे पीधे के अनुपात से फसल हुई । इन लम्बे पीधों में तीन लम्बे पीधे ही उत्पन्न नहीं हुए । एक ही किस्म या लक्षण का पीधा उगाने पर मेण्डेल का तीनों और एक का यह अनुपात सदा सही रहा । जब बहुत बड़ी संख्या में पीधे उगाये गए, तो इसका औसत परिणाम निकला । पहली पीढ़ी में छोटे किस्म के पौधों के प्रायः अन्तर्धान हो जाने और फिर अगली पीढ़ी में उत्पन्न होने से उन्होंने इन छोटे पौधों के इस लक्षण को अग्रभावी, और लम्बे पौधों के लक्षण को प्रभावी, कहा । उन्होंने प्रयोग द्वारा यह भी देखा कि जब दूसरी पीढ़ी के छोटे पौधों को, जिन्हें उन्होंने एफ₂ कहा, स्वयं-संसेचित किया गया तो उससे उनके अनुरूप केवल छोटे पीधे ही उत्पन्न हुए । पर लम्बे पीधों को स्वयं संसेचित किया गया तो भिन्न परिणाम ...

एफ_२ के केवल तिहाई पीधों के अनुरूप ही लम्बे पीधे उत्पन्न हुए। शेष दो-तिहाई पीधों से, पहले लम्बे एफ_१ पीधों की तरह ही तीन लम्बे और एक छोटे पीधे के हिसाब से फल हुई।

इनमें से कोई भी पीधा मध्यम आकार का नहीं था और न ही एक पीधे के लक्षण का दूसरे में मिश्रण हुआ। इन प्रयोगों से मेंडेल ने केवल प्रभावी नियम और एकक लक्षण के नियम का ही अनुसंधान नहीं किया, बल्कि उन्होंने पृथक्करण के युनियारी नियम की भी ईजाद की। पृथक्करण का नियम संक्षेप में इस प्रकार है : "माता-पिता में से प्रत्येक, जो एकक लक्षण अपनी सतति को देता है, वह जननकोशिका में निश्चित अनुपात में विभाजित हो जाता है और इनका एक-दूसरे पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।" काले और सफेद लक्षण तथा लम्बे और छोटे पीधे एक-दूसरे में हस्तक्षेप नहीं करते, बल्कि अपने एकक लक्षणों को कायम और जारी रखते हैं।

३५ वर्ष तक मेंडेल के इस अनुसंधान का विवरण ट्रांजेक्शनस ग्राम दि ब्रून सोसायटी फार दि स्टडी ऑफ नेचुरल साइन्स में छिपा पड़ा रहा। १९०० में तीन व्यक्तियों ने स्वतन्त्र रूप से इस लेख का अध्ययन किया और मेंडेल के प्रयोगों की सत्यता का पता लगाने के लिए बहुत अनुसंधान और परीक्षण किए गए। कैंम्ब्रिज के विलियम वाटसन ने मेंडेल के सिद्धान्त का समर्थन किया और गिनी पिग की चमड़ी के रंग, आदमी की आँख के रंग, घोड़ों के रंग और ऐसे ही अन्य एकक लक्षणों के बारे में विभिन्न प्रेक्षकों ने रिपोर्टें दीं। इन सबसे ब्रून के हँसमुख पादरी के निष्कर्ष सही प्रमाणित हुए।

पर मेंडेल के निष्कर्षों को सब वैज्ञानिकों ने स्वीकार नहीं किया। स्वयं मोरगन भी इससे पूरी तरह आश्वस्त नहीं थे। उन्होंने इस बात के प्रति संदेह प्रकट किया कि, "मेंडेल के इन प्रयोगों में बहुत सामान्य ढंग से आनुवंशिकता के असाधारण तथ्यों को प्रमाणित करने की चेष्टा की गई है।" क्या मेंडेल के निष्कर्ष सही थे? मोरगन इस बात पर गहन विचार करते रहे। उन्होंने सोचा, सम्भवतः उनकी भविष्यीय इस समस्या को सुलझाने में सहायक हो।

मोरगन ने सफेद आँखों वाली नर-मक्खी और लाल आँखों वाली अक्षत मक्खी का जोड़ा मिलाया। यह संयोग अत्यधिक उबंर सिद्ध हुआ और नौ दिन बाद उस बोनल में से भविष्यीयों का एक झुण्ड निकला, जिसके सावधानी से ईयरीकरण और सूक्ष्मदर्शी से जाँच के बाद पता चला कि लाल आँखों वाली १,२३७ भविष्यीय (एफ_१) पैदा हुई हैं। इस बात की आशा भी थी, क्योंकि लाल आँखें प्रभावी लक्षण था। फिर इन १,२३७ भविष्यीयों में से कुछ भविष्यीयों का अन्तःप्रजनन किया गया और दस दिन के भीतर भविष्यीयों

की दूसरी पीढ़ी (एफ_२) उत्पन्न हुई। दूसरी पीढ़ी की इन सब चार हजार से कुछ अधिक मक्खियों की इतनी सावधानी से रक्षा और जाँच की गई, मानो ये हीरे हों। इस परीक्षण में मोरगन को क्या मिला? इन मक्खियों में २,४५६ लाल आँखों वाली मादा मक्खियाँ, १०११ लाल आँखों वाली नर मक्खियाँ और ७८२ सफेद आँखों वाली नर-मक्खियाँ थीं। मेडेल के नियम के अनुसार तीन लाल आँखों वाली मक्खियाँ और एक सफेद आँखों वाली मक्खी का अनुपात होना चाहिए था और वह इस प्रयोग से लगभग सिद्ध हो गया।

मोरगन को सफेद आँख वाली ड्रोसोफिला मक्खी का ही म्यूटेंट नहीं मिला। उसी वर्ष माचं में उन्होंने एक मक्खी देखी, जिसके पंख निश्चित रूप से भिन्न थे और उन्होंने इस मक्खी को स्पेक नाम दिया। मोरगन मक्खियों का प्रजनन करते रहे। उनकी भेजें और अलमारियाँ दूध की बोतलों तथा हर क्षण की शीशियों से भर गईं। इन प्रयोगों में बहुत म्यूटेंट मिले। वर्ष के अन्त तक मोरगन ने ड्रोसोफिला के १५ विभिन्न म्यूटेंटों का पता लगाया। इनमें से प्रत्येक ने अपने जैसी ही संतति उत्पन्न की। इन म्यूटेंटों को पाल कर उन्होंने इनका अन्तःप्रजनन और संकरण किया और नए म्यूटेंट उत्पन्न होने की जाँच की। यह काम साधारण नहीं था। इतनी अधिक मक्खियों को सुरक्षित रखने और उनके बारे में अनुसंधान करने के अलावा उन्हें कोलम्बिया विश्वविद्यालय के ग्रेजुएट स्कूल में पढ़ाना भी पड़ता था। इतना ही नहीं, उन दिनों प्राणि-विज्ञान के एक प्रोफेसर छुट्टी पर चले गए और मोरगन को उनकी भी कक्षाएँ लेनी पड़ीं।

इस कक्षा में कालविन ब्लैकमन ब्रिजेज नाम का एक विद्यार्थी भी था, जिसका जन्म शूपर्ल्स फाल्स, न्यूयार्क में हुआ था। कालविन की प्रायः पूरे विज्ञान में रुचि थी और उन्होंने अनुसंधान वैज्ञानिक बनने का निश्चय किया था। मोरगन के भाषणों से कालविन को आनुवंशिकी की आकर्षक दुनिया का परिचय मिला। कालविन ब्रिजेज ने मोरगन को कहा कि सम्भवतः उन्हें अपनी इतनी अधिक मक्खियों के प्रजनन तथा उन्हें जाँच के विभिन्न वर्तनों में संभाल कर रखने के लिए किसी सहायक की जरूरत होगी। पाँच वर्ष तक ब्रिजेज मोरगन के अशकालिक सहायक के रूप में काम करते रहे और उन्होंने १९१६ में डाक्टर की उपाधि ली।

१९११ के आरम्भ में ही मोरगन की एक अनुसंधान-सहायक, कुमारी ऐडिथ एम० वालेस ने पीले पंख वाली एक नर-मक्खी का पता लगाया। इसके बाद मोरगन ने घसामान्य उदर वाली एक और मक्खी देखी और उसी

वर्ष १६ ब्रवम्बर को ब्रिजेड ने एक नए म्यूटेंट का पता लगाया, जिसे उन्होंने ब्लिस्टडे नाम दिया। उन्होंने माधारण में भिन्न पखो वाले दो म्यूटेंटों का भी पता लगाया तथा मोरगन ने द्विपक्ष पखो की मक्खी और कुमारी मिलट्रेड होग ने द्विगुणवृत्ति वाली टांगो की मक्खी की जानकारी देकर प्रयोगशाला के सब कर्मचारियों को हर्षित किया।

ट्रोमोफिला के अनुसंधान का कार्य गतिशील हो रहा था और वर्ष की समाप्ति से पहले पच्छिम नए म्यूटेंटों का पता चला, जिन्हें मिला कर म्यूटेंटों की संख्या चालीस हो गई। तीन वर्षों से कम समय में ही मोरगन की जंगली ड्रोसोफिला ने इतनी नई किस्मों को जन्म दिया, जिनकी कल्पना इससे पहले कोई वैज्ञानिक नहीं कर सकता था। यह सिद्ध हो गया था कि नई किस्मों के उद्भव में म्यूटेशन सहायक होता है। धासानी से नियंत्रित और विविध म्यूटेंटों के इस मग्नह के आधार पर मोरगन आनुवंशिकी को एक सटीक गणित-विज्ञान में परिवर्तित करने की स्थिति में आ गए थे।

व्यस्तता के इन दिनों में एक और समस्या उन्हें परेशान करती रही। १९१० में उन्होंने अपने एक म्यूटेंट, सफेद आँखों वाली मादा मक्खी को, लाल आँखों वाले नर से संकर किया। पर उन्होंने देखा कि दूसरी पीढ़ी में सफेद आँख वाली एक भी मादा मक्खी पैदा नहीं हुई, यद्यपि सफेद और लाल आँखों वाले नर पैदा हुए। सफेद आँख वाली मादा मक्खी के पैदा न होने की घटना को समझाया नहीं जा सकता था, क्योंकि नियमतः समान संख्या में नर और मादा संतति उत्पन्न होती है। इस समस्या का हल ढूँढने में वे एक और समस्या से टकराए। यह स्पष्ट था कि सफेद आँखों का यह लक्षण केवल एक सेमस को मिला था, जैसे मनुष्यों में हीमोफीलिया का संक्रमण केवल स्त्री ही करती है। ऐसे लक्षणों को लिंगसहवर्ती कहते हैं। क्योंकि वे नर या मादा में से किसी एक के साथ सम्बद्ध रहते हैं। प्रारम्भिक पल और पीले पल जैसे अन्य लक्षणों को भी उपयुक्त प्रजनन-परीक्षणों द्वारा लिंगसहवर्ती सिद्ध किया गया।

मोरगन ने इन लिंगसहवर्ती लक्षणों के सम्बन्ध में एक और विचित्र बात देखी। उदाहरण के लिये, यदि किसी सफेद आँखों वाली मादा के पीले पंख हों और इनमें लाल आँखों तथा भूरे पखों वाली मक्खी से संकर किया जाए, तो सफेद आँखों वाली संतति के केवल पीले पंख ही होते हैं, भूरे पख नहीं। पर मेडल के स्वतन्त्र छँटाव नियम के अनुसार विभिन्न लक्षण संतति में एकक गुणों के रूप में आते हैं और संकरण के दौरान स्वतन्त्र रूप से अलग हो जाते हैं।

पर मोरगन के उक्त प्रयोग से यह पता चला कि कुछ गुण केवल लिंगसहवर्ती ही नहीं होते, बल्कि वे एक साथ उत्पन्न भी होते हैं।

मोरगन ने संकरण प्रयोगों में कुछ लक्षणों की सहवर्तितता का एक अद्भुत सिद्धांत प्रतिपादित किया। उन्होंने कहा कि लिंगसहवर्ती लक्षण इसलिए एक साथ संतति में आते हैं, क्योंकि वे आरम्भिक कोशिका के नाभिक में एकक या यूनिट के रूप में सम्बद्ध रहते हैं। कुछ लक्षणों के एक साथ समूहों में उत्पन्न होने की प्रवृत्ति को मोरगन ने सहवर्तितता कहा। उन्होंने केवल लिंगसहवर्तितता ही नहीं देखी बल्कि १९११ में यह भी पता लगाया कि काला शरीर और अवशेष पंख यद्यपि एक साथ होते हैं, पर ये लिंगसहवर्ती लक्षणों के कारण एक साथ उत्पन्न नहीं होते। अर्थात् ये नर या मादा किसी भी मक्खी में उत्पन्न हो सकते हैं, पर ये सदा एक साथ उत्पन्न होंगे। काले शरीर वाली मक्खी के मुड़े हुए पंख, गुम्बारे जैसे फूले पल या स्पंक पंख भी हो सकते हैं, पर इसमें पीले पल जैसा कोई लिंगसहवर्ती लक्षण नहीं हो सकता। उन्होंने लिंग-सहवर्ती समूह को सहवर्तितता समूह संख्या—१, की सजा दी। दूसरे सहवर्तितता समूह संख्या—२, की मक्खियों के काले शरीर, अवशेष पंख और अन्य लक्षण थे। दो वर्ष बाद यह पता चला कि गुलाबी आँखों वाली कोई भी ऐसी मक्खी नहीं देनी गई, जिसके पीले या अवशेष पंख हों। न ही काले शरीर और सफेद आँखों वाली मक्खी का पता चला, जबकि गुलाबी आँखों और काले शरीर वाली मक्खियों का प्रजनन हुआ और उन्होंने संतति उत्पन्न की। काला शरीर और गुलाबी आँखें एक दूसरे से सम्बद्ध दिखाई पड़े, पर इनका सम्बन्ध दो अन्य सहवर्तितता समूहों से नहीं था। अतः यह तीसरा सहवर्तितता-समूह हुआ।

१९१४ की गर्मियों तक जिन अनेक म्यूटेड लक्षणों का पता लगाया गया और उनकी आनुवंशिकता का सूक्ष्म अध्ययन किया गया, उससे पता चला कि ये तीन भिन्न समूहों के अन्तर्गत आते हैं। एक बड़ा समूह था, जिसके सब सदस्य लिंगसहवर्ती थे, जिसके अन्तर्गत सफेद आँख और द्विसाल पंख आते हैं। इससे भी बड़े एक समूह के अनेकों लक्षण थे, जैसे अवशेष पंख और काला शरीर, जिनका लिंगसहवर्ती न होना निश्चित था, पर जिनका पारस्परिक सम्बन्ध था। तीसरा इतना ही बड़ा समूह था, जिसके सदस्य न तो लिंग-सहवर्ती थे और न ही इनका दूसरे समूहों के सदस्यों के साथ सम्बन्ध था, पर इनका पारस्परिक सम्बन्ध था। इस तीसरे समूह का आधार शारीरिक लक्षण थे। मोरगन ने कल्पना की कि लक्षणों के तीन समूह होने के कारण जनन-कोशिका में तीन भिन्न पिंड होने चाहिए, जिनमें से प्रत्येक सम्बन्धित लक्षणों के अलग-अलग प्रयोगों के लिए उत्तरदायी हो, पर जिनका सम्बन्ध कोशिका के अन्य दो पिण्डों

के लक्षणों से न हो। इस प्रकार मोरगन ने मेंडेल के नियम में एक और नियम जोड़ा, क्योंकि पादरी मेंडेल ने कभी इस लिंगसहवर्तिता की कल्पना भी नहीं की थी।

पर मोरगन के पास अपने संकरण-परीक्षणों के परिणामों के अलावा अन्य क्या परिणाम थे? वे अपनी इस बात को अत्यधिक दायित्वशाली सूक्ष्मदर्शियों की सहायता से प्रमाणित कर सकते थे कि १६७७ में नर जननकोशिका के आविष्कार के १५० वर्ष बाद यह पता चला कि इसके भीतर एक और छोटा हिस्सा है, जिसे नाभिक कहते हैं। १८८५ तक तीन प्रमुख जीवविज्ञानियों ने स्वतन्त्र रूप से प्रामः एक साथ इस बात की घोषणा की कि जननकोशिका का यह नाभिक आनुवंशिकता का आधार है। बाद में यह पता चला कि इस नाभिक के और छोटे-छोटे विभाग हैं जिन्हें १८८८ में वासडेयर ने क्रोमोसोम या गुणसूत्रों की संज्ञा दी, क्योंकि ये कोशिका के अन्य भाग की बनिस्वत आसानी से अभिरंजित होते थे। १९०२ में एक युवक अमरीकी, विलियम सटन ने यह स्पष्ट किया कि जननकोशिका के परिपाक के समय इन क्रोमोसोमों या गुणसूत्रों के व्यवहार से हमें मेंडेल के सिद्धांत में वर्णित आनुवंशिक एककों के अलगाव की क्रिया का पता चलता है। अतः सूक्ष्मदर्शियों की सहायता से जननकोशिका की इस चित्रलिपि को धीरे-धीरे स्पष्ट करने और समझने में सफलता मिली।

प्रयोगों से यह भी पता चला कि विभिन्न जीवों की जननकोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या अलग-अलग होती है। ड्रोसोफिला की जननकोशिका के नाभिक में चार विभिन्न क्रोमोसोम मिले जिनमें तीन बड़े और एक बिन्दु जितना छोटा था। तीन बड़े क्रोमोसोमों या गुणसूत्रों के लक्षणों के तीन सहवर्तिता-समूहों की उपस्थिति को समझाया जा सकता था। और समय-समय पर मोरगन की प्रयोगशाला में जो नए म्यूटेंट दिखाई पड़े, उन्हें इन तीन क्रोमोसोमों की सहायता से समझाया जा सकता था। इससे रसम कि उनका सहवर्तिता सिद्धांत प्रमाणित हो गया है।

पर बिन्दु जितने छोटे उस क्रोमोसोम का क्या हुआ, जिसे अमरीका के कोशिका के अनुसंधानकर्त्ताओं में प्रमुख एडमण्ड बीचर विलसन ने एम (M) क्रोमोसोम की संज्ञा दी? जब तक १९१४ में एक दिन हरमन जे० मूलर ने मुड़े हुए पंखों की एक नई मक्खी नहीं देखी, यह प्रश्न एक पहली बना रहा। मूलर, मोरगन के अधीन डाक्टरेट की डिग्री के लिये कार्य कर रहे थे। मुड़े हुए पंखों की इस मक्खी के लिंगसहवर्तिता-समूह का पता लगाने के लिए सामान्य तरीका

अपनाया गया। अनेकों चुने हुए प्रजनन परीक्षणों से भी इस नए लक्षण का, क्रोमोसोमों के तीन प्रमाणित सहवर्तता समूहों से मेल नहीं बैठता। स्पष्ट निष्कर्ष यह था कि इसका सम्बन्ध विन्दु जितने छोटे चौथे क्रोमोसोम से है जो अब तक नाभिक के बीच चुपचाप पड़ा रहा और किसी म्यूटेंट लक्षण के साथ सम्बद्ध होने की प्रतीक्षा करता रहा। जो बात एक समय सहवर्तता सिद्धांत की प्रामाणिकता को स्वीकार करने के मार्ग में बाधा लग रही थी, वह इसको प्रामाणिक सिद्ध करने में और सहायक बनी। इसके बाद इसे एम (M) क्रोमोसोम नहीं, बल्कि चौथा क्रोमोसोम ही कहा गया।

एक बार फिर कोलम्बिया की प्रयोगशाला में हर्षे की लहर दौड़ गई। मक्खियों के अनुसंधानकर्ताओं ने इस आशा से अपने प्रयत्नों को द्विगुणित कर दिया कि वे ऐसे लक्षण ढूँढ़ सकें, जिन्हें मुड़े हुए पंखों सम्बन्धी इस चौथे क्रोमोसोम से सम्बद्ध किया जा सके। फिर मोरगन और उनके सहयोगियों ने सूक्ष्मदर्शी का सहारा लिया। मोरगन अपने निष्कर्षों की पुष्टि के लिए उस समय तक सूक्ष्मदर्शी द्वारा हजारों मक्खियों का निरीक्षण करते रहे, जब तक कि उनका सिर दर्द न करने लगा। इस कठिन परिश्रम के फलस्वरूप जल्दी ही ऐसे म्यूटेंटों का पता चला। मिस होग ने सबसे पहले १९१४ में बिना आँख वाली मक्खी का पता लगाया और ब्रिजेज ने पाँच वर्ष बाद एक ऐसी मक्खी देखी, जिसके वक्ष पर धूक नहीं थे और उन्होंने इसे मुँड़ी हुई मक्खी कहा। उन्होंने इसे मुड़े हुए पंखों वाली और कुमारी होग की बिना आँखों वाली म्यूटेंट मक्खी से सम्बद्ध किया। इसका सम्बन्ध अन्य तीन बड़े क्रोमोसोम समूहों के किसी भी लक्षण से नहीं था। यह प्रमाण बहुत पुष्ट था। इससे अधिक आश्चर्य की यह बात थी कि चारों समूहों के जो म्यूटेंट मिले, उनका आकार सम्बन्धित क्रोमोसोम के अनुपात में था। अतः विन्दु जितने छोटे क्रोमोसोम के बहुत कम म्यूटेंट मिले, जबकि अन्य तीन क्रोमोसोमों के एक सौ से अधिक भिन्न लक्षणों का पता चला।

मोरगन भाग्यशाली थे कि उन्हें आनुवंशिकी-सम्बन्धी अपने अनुसंधान के लिए तीन ऐसे सहयोगी मिले, जिनके बराबर विज्ञान की किसी भी शाखा के अनुसंधानकर्ता नहीं थे। ये थे ब्रिजेज, मूलर और एक अन्य मेधावी जीव-विज्ञानी एलफ्रेड हेनरी स्टर्टीवांट, जिन्होंने अनेकों जटिल समस्याओं को सुलझाने में सहायता दी। मोरगन ने उन्हें ड्रोसोफिला के लिंग-सहवर्ती तत्त्वों के अध्ययन का काम सौंपा, जिसके फलस्वरूप १९१२ में एक उपयोगी सिद्धान्त का प्रतिपादन हुआ। उस समय स्टर्टीवांट की उम्र केवल २१ वर्ष थी।

कुछ जीवविज्ञानियों का विद्वान्म था कि प्रत्येक क्रोमोसोम में और छोटी-छोटी यूनिट होती है, जिन्हें जीन कहा जाता है और इनमें से प्रत्येक का अलग लक्षण होता है। उदाहरण के लिए सफेद आँखों, पीले पंखों और प्रारम्भिक पंखों का कारण पहले क्रोमोसोम को बताया गया। वस्तुतः डॉ. ब्राइज और अन्य वैज्ञानिकों का यह मत था। पर वे इसकी पुष्टि के लिए कोई प्रमाण नहीं दे सकते थे। क्रोमोसोमों में जीनों (जीन्स) की वास्तविक स्थिति का ज्ञान नहीं था। पर यह समझा जाता था कि वे प्रत्येक क्रोमोसोम-तन्तु में एक सीधी रेखा में लगे रहते हैं। स्टर्टीवाट ने पहली बार यह कल्पना की कि जीन क्रोमोसोम में वेदों के ढंग में उपस्थित नहीं रहते। बल्कि एक रेखा में रहते हैं और एक जीन के नीचे दूसरा जीन रहता है। आनुवंशिकी के इन मनकों की माला, जिसका प्रत्येक मनका निश्चित स्थान पर रहता है और एक पारदर्शक रिबन से जुड़ा हुआ रहता है, केवल एक काल्पनिक बात नहीं थी। इसके आधार पर एक और सिद्धान्त का प्रतिपादन हुआ, जिससे प्रत्येक क्रोमोसोम में प्रत्येक जीन की आपेक्षिक स्थिति का सही-सही पता लगा।

अभी और बहुत सी बाधाएँ आनी थी। मोरगन एक समस्या को मुल-भाते थे कि उनमें जटिल समस्या उनके सामने आ खड़ी होती थी। बहुत थोड़े-थोड़े मामलों का पता चला जिनमें सफेद आँखों और पीले पंखों के लक्षण, जिन्हें निगमहवर्ती समझा जाता था, अलग-अलग स्वतन्त्र रूप से दिखाई पड़े। उदाहरण के लिए जब लाल आँखों और भूरे पंखों वाली मादा को सफेद आँखों और पीले पंखों वाले नर में मकर किया गया तो दूसरी पीढ़ी की प्रत्येक सौ मकियाँ में से एक मकियाँ की लाल आँखें और पीले पंख या सफेद आँख और भूरे पंख मिले। यह स्पष्ट था कि कहीं कोई छायी रह गई है। इस क्रिया में सहवर्तिता में अधिक किसी और बात का भी सम्बन्ध है, अन्यथा सफेद आँखों और भूरे पंखों या लाल आँखों और पीले पंखों वाली दो नई किस्मों की मकियाँ पैदा नहीं हो सकती। सम्भवतः उनके आनुवंशिक सही थे और सहवर्तिता-सिद्धान्त प्रकृति के रहस्यमय नियमों का अच्छा विकल्प नहीं था।

एक बार फिर मोरगन इस स्पष्ट अणुवाद का स्पष्टीकरण देने में लग गए। यह दर्शाया जा चुका था कि किसी जीव की अणु-कोशिका और युक्राणु के संश्लेषण के लिए मिलने में पहले ये तीनों कोशिका, जिन्हें गैमेट या युग्मक कहते हैं, अणुवाद की एक विशिष्ट क्रिया में गुजरते हैं, जिसे अणुसूत्रण या ह्याम-विभाजन कहते हैं। अधिकांश जीवों की प्रत्येक कोशिका में क्रोमोसोमों के दो सेट होते हैं। उदाहरण के लिए ड्रोसोफिला की जनन-कोशिकाओं में आठ क्रोमोसोम या चार-चार क्रोमोसोमों के दो सेट होते हैं। संश्लेषण में पहले

क्रोमोसोमों के प्रत्येक जोड़े के सदस्य एक साथ मिलते हैं, एक-दूसरे में निपट जाते हैं और अलग हो जाते हैं। प्रत्येक जोड़े का एक सदस्य कोशिका के एक सिरे पर और दूसरा दूसरे सिरे पर पहुँच जाता है। इस क्रिया के पूरे होने पर चार-चार क्रोमोसोमों की दो पंक्तियाँ आमने-सामने बन जाती हैं। इनके तुरन्त बाद यह कोशिका दो कोशिकाओं में विभाजित हो जाती है। इनमें से एक कोशिका अभी भी अमसेचित रहती है और इनके चार क्रोमोसोम होने हैं। यह अर्धसूत्रण या ह्यास-विभाजन क्रिया है, जिसके अभाव में अंडाणु और शुक्राणु के मिलने पर क्रोमोसोम अमन्न मध्या में उत्पन्न हो जायेंगे। जब परिपक्व शुक्राणु किसी परिपक्व अंडाणु के भीतर अपना मिर घुमाना है और उसकी पूँछ बाहर रह जाती है, तो शुक्राणु और अंडाणु के नाभिक एक-दूसरे से पूरी तरह सम्बद्ध हो जाते हैं और एक बार फिर असेचित अंडाणु में घाठ, यानी चार-चार के दो जोड़े, क्रोमोसोम हो जाते हैं। इनमें से एक सेट पिता से और दूसरा माता से उपलब्ध होता है। अतः नया जीवी माना-पिता दोनों के लक्षणों-सहित अपना जीवन-क्रम शुरू करता है।

अर्धसूत्रण की इस क्रिया में पहले बिचित्र घटनाएँ घट सकती हैं। जैसा कि हम जानते हैं कि अपरिपक्व और शुक्राणु के क्रोमोसोमों के दो सेट समेचन से पहले एक-दूसरे के बराबर पड़े रहते हैं और तुड़ते-मुड़ते रहते हैं। मोरगन का विश्वास था कि तुड़ते-मुड़ने की इस क्रिया के दौरान वे एक-दूसरे से इन तरह उलझ सकते हैं, कि अलग होने पर किसी एक क्रोमोसोम के साथ दूसरे क्रोमोसोम का कुछ भाग चला जाए, जिसके फलस्वरूप एक ऐसा नया क्रोमोसोम तैयार हो, जिसमें दोनों क्रोमोसोमों का थोड़ा-थोड़ा भाग रहे। मोरगन के अनुसार क्रोमोसोमों के इस मिलन से नए सममिश्रित लक्षण उत्पन्न होते हैं, क्योंकि कभी-कभी एक ही क्रोमोसोम के दो सदस्य सामान्यतः समान होने पर भी यदा-कदा किसी दृष्टि से भिन्न हो सकते हैं। इसके आधार पर पीले पर और लाल आँख या सफेद आँख और भूरे पंख वाली डेढ़ प्रतिशत मक्खियों की उत्पत्ति को समझाया जा सका। इसे दो मादाओं के दो मूल या एकम क्रोमोसोम का क्रॉसिंग ओवर या पारगति कहा गया।

मोरगन ने देखा कि इस पारगति की क्रिया के आधार पर जीनो (जीन्स) की वास्तविक स्थिति का पता लगाया जा सकता है, जिसकी कल्पना स्टर्टी-वांट ने की थी। उनका कहना था कि ये रेखा में सगे रहते हैं। मोरगन का तर्क था कि यदि यह सिद्धान्त सही है, और जीनों का निश्चित स्थान रहता है, तो प्रयोगों द्वारा यह निर्धारित किया जा सकता है कि जीनों के बीच कितना अंतर रहता है, चाहे उन्हें देखा न जा सके। इसकी कुञ्जी लाल आँखों और पीले

वाली उन थोड़ी सी मक्खियों में छिपी थी, जो लाल आँखों, भूरे पंखों वाली मादा और सफेद आँखों तथा पीले पंखों वाले नर के मकर में उत्पन्न हुई थी। इन स्पष्ट अपवादों को पारगति की क्रिया के आधार पर समझाया जा सका, जो उस समय घटी, जब अलग होने से पहले समजात क्रोमोसोम एक-दूसरे से लिपट रहे थे। यह सवाल उठा कि क्रोमोसोमों के तन्तुओं का किस स्थान पर टूटने का सबसे अधिक भय रहता है? यह स्पष्ट था कि जीनों के बीच की दूरी से पारगति क्रिया के दौरान उनके अलग होने सम्बन्धी जानकारी उपलब्ध की जा सकती है। मोरगन ने कहा कि, "पारगति की क्रिया के दौरान वे जीन जो सर्वाधिक दूर होते हैं और बहुत आसानी से अलग हो जाते हैं, उनके टूटने का सबसे अधिक भय रहता है क्योंकि उनके बीच की दूरी सबसे ज्यादा होती है।" यदि कुछ पक्ष पारगति की क्रिया के दौरान यदा-कदा ही अलग होते हैं, तो इनके जीन बहुत समीप होने चाहिए, जबकि दूसरी ओर कुछ अन्य तत्त्व पारगति की क्रिया के दौरान आसानी से अलग हो जाते हैं, तो क्रोमोसोम में उनकी स्थिति बहुत दूरी पर होनी चाहिए।

इस विचार को प्रयोग द्वारा सिद्ध करने में विलम्ब नहीं किया गया और इस प्रकार जीवविज्ञान के इतिहास में सर्वाधिक कठिन और आश्चर्यजनक अनुसंधान शुरू हुए। इन प्रयोगों में लाखों पारगति परीक्षण करने थे, जिन्हें बहुत सावधानी से संचालित किया जाना था। इन प्रयोगों में लाखों मक्खियाँ और बड़ी संख्या में म्यूटेंटों का उपयोग किया जाना था। इस योजना को बहुत कुशलता से तैयार करने और इसके परिणामों के बहुत सावधानी से वर्गीकरण और विश्लेषण की आवश्यकता थी। इस प्रयोग के लिए अनेकों कठिनाइयों को दूर करना था। अत्यधिक ठंड के कारण बहुत-सी मक्खियों का प्रजनन समय पर नहीं हो सका। इस विलम्ब को दूर करने के लिए विज्ञेज ने इन छोटे-छोटे कीटों के लिए विशेष प्रकार के इन्क्यूबेटर तैयार किए। जल्दी ही एक मक्खी-मक्खी तैयार करने के महान् कार्य का विस्तृत विवरण बहुत सावधानी से तैयार किया गया और क्रोमोसोमों की रचना का रहस्य उद्घाटित होने लगा।

जब पहले परिणाम मिलने शुरू हुए तो मोरगन ने इन्हें अपने सिद्धान्त के अनुसार घटाना शुरू किया। उन्होंने तर्क दिया कि पीले पंखों और सफेद आँखों वाली मक्खियों के १५ प्रतिशत मामलों में क्रॉसिंग-ओवर या पारगति होती है तथा हमें द्वादश पंखों और सफेद आँखों वाली मक्खियों की पारगति के ५४ प्रतिशत मामलों का पता चला। इससे यह स्पष्ट होता है कि द्वादश पंखों के जीन पीले पंखों के जीन की बनिस्बत सफेद आँखों के जीन से अधिक दूर हैं। यदि पीले पंखों के जीन की तुलना में द्वादश पंखों का जीन सफेद आँखों के

जीन की विपरीत दिशा में है, तो पीले पंखों के जीन से इसका क्रॉसिंग-ओवर लगभग ६.६ प्रतिशत होने का अनुमान है। यदि दूसरी ओर द्विशाख पंख का जीन उसी ओर है, जिस ओर पीले पंख का जीन है, तो पीले पंख के जीन के साथ इसका क्रॉसिंग-ओवर ३.६ प्रतिशत होना चाहिए। ६.६ प्रतिशत का आँकड़ा वास्तविक परीक्षण के आधार पर निर्धारित किया गया था। घत: मोरगन ने क्रोमोसोम-नक्शे में द्विशाख पंख के जीन को सफेद आँख के जीन के नीचे रखा। इस नक्शे को देखने के लिए इसे चालीस हजार गुना आवर्धित किया जाता है। ऐसे ही प्रयोगों और तर्कों के आधार पर अनेकों अन्य जीनों की स्थिति क्रोमोसोम-नक्शे में निर्धारित की गई।

ड्रोसोफिला के इस जीन नक्शे की तुलना रासायनिक तत्वों की परमाणु संख्या-सारणी से की जा सकती हैं। इस नक्शे को और इसमें निर्धारित विभिन्न जीनों के स्थानों में बार-बार संशोधन करना पड़ा। नए म्यूटेंटों की प्राप्ति, क्रॉसिंग-ओवर के नये प्रयोगों से उपलब्ध जानकारी अस्थायी रूप से अवर्णित और ऊपर से समान दिखाई पड़ने वाले परिणामों की खोज के कारण इस क्रोमोसोम-नक्शे में बार-बार परिवर्तन करना पड़ा। इन अनिवार्य परिवर्तनों की जबर्दस्त आलोचना हुई और इससे उन लोगों का क्रोध और भड़का, जो आनुवंशिकता के इस 'भयावह' सिद्धान्त को समाप्त करना चाहते थे। मोरगन इस विरोध से कभी भी विशेष चिन्तित नहीं हुए। उन्हें अपने जीन-सिद्धान्त की सत्यता में आस्था थी।

मई, १९२२ में मोरगन की प्रयोगशाला से एक लेख प्रकाशित हुआ, जिससे उनकी ख्याति और बढ़ी। यह लेख लिलियन बी० मोरगन ने लिखा था, जिससे अठारह वर्ष पहले हमारे इस वैज्ञानिक ने विवाह किया था। श्रीमती मोरगन ने स्वतन्त्र रूप से कार्य करते हुए एक ऐसी मादा मक्खी का पता लगाया, जिसमें नर के कुछ लक्षण थे। इस चितकबरी मक्खी ने सबको उलझन में डाल दिया। इसके शरीर के एक भाग पर कुछ अप्रभावी लिंगसह-वर्ती लक्षण पूरी तरह से बदल गए थे। इसका सिर, उदर, टांगे, रंग, आँखें, पंख, संतुलक और उदर का आकार न तो एक पूर्ण विकसित नर का था और न ही पूर्ण विकसित मादा का। इसके कुछ लक्षण नर के और कुछ मादा के थे। श्रीमती मोरगन ने मक्खियों की इस विचित्र उभयलिंगी जाति की संकड़ों मक्खियों को उत्पन्न किया। उन्होंने इनका संकरण और अन्तःप्रजनन तथा इनके विभिन्न क्रोमोसोम नक्शों के विभिन्न पक्षों का अध्ययन किया और इस विचित्र उभयलिंगी कीट के जीन की स्थिति निर्धारित करने की सम्भावनाओं पर विचार किया।

सुरन् उनके दिमाग में एक मंडानिक हृन् ध्राया । एन धमरीकी वंश-
निक सी० ई० मैक्लनग ने टिट्टों के बारे में अनुसंधान करते हुए १९०१ में इम
मिडान्त का प्रतिपादन किया था कि जीव का निग एक या दो प्रोमोगोमों की
उपस्थिति में निर्धारित होता है । अब इन प्रोमोगोमों को एकस प्रोमोगोम कहा
जाता है । धार वर्षों बाद प्रयोगों द्वारा यह स्पष्ट किया गया कि कुछ कीटों की
मादाओं में पहले सहवर्ती समूह में जो प्रोमोगोमों का जोड़ा होता है, उनमें दो
एकस प्रोमोगोम होने हैं । धौर नरों में केवल एक एकस प्रोमोगोम होता है ।
मिम स्टीवेन्स ने यह दर्शाया था कि ड्रोसोफिला इम वर्ष के धन्नगत धानी है ।
धत, जिन नमेधित धटों में दो एनम प्रोमोगोम होते हैं, उनमें मादा धौर
जिनमें एक एकस धौर एक वार्डे प्रोमोगोम होता है, उनमें नर कीट उत्पन्न
होते हैं । प्रोमोगोमों की इम स्थिति में कीट का लिंग निर्धारित होता है । ये
एकस धौर वार्डे प्रोमोगोम महवर्ती समूह नम्बर—१ बनाते हैं, जिनके सब जीव
एक साथ ही भावी पीढ़ियों को मिलते हैं ।

लिंग निर्धारण की इम एकस-वार्डे प्रिया के ज्ञान से भोरगन उन लक्षणों को
निर्धारित कर सके, जो लिंगमहवर्ती होते हैं । नर धौर मादा के, लिंग-प्रोमो-
गोमों के जोड़ों के धन्नर के इम महत्वपूर्ण अनुसंधान ने यह गम्भव कर दिया
कि मनुष्य की वर्णप्रग्यता, राष्ट्रप्रग्यता, धौर हीमोफीलिया, जो लिंग-महवर्ती
लक्षण होने हैं, के कारण को ध्रासानी से समझा जा सके ।

धीमती भोरगन ने तर्क दिया कि मादा मरती के दो एनम प्रोमोगोम एक
धंडारु में प्रवेश कर सकते हैं, यदि अधमूत्रण के समय इमके दो भाग किमी
दुर्घटनावश भलग न हो सकें । इसके फलस्वरूप एक ऐगा संशोधित धंडारु
तैयार होगा, जिसमें नर धौर मादा दोनों के प्रोमोसोम होंगे । यदि वस्तुतः यही
वात हुई तो इसे सूक्ष्मदर्शी की महामता से देखा जा सकता है । उन्होंने
बड़ी मावधानी से एक मादा धंडारु को पुना धौर इसमें बीरा लगाया ।
उन्हें वस्तुतः इमके भीतर की (V) की शक्ल में जुड़े दो प्रोमोसोम मिले ।
इन प्रोमोसोमों के सिरे एक दूसरे से जुड़े हुए थे । यह कोशिकात्मक तस्वीर
उनके आनुवंशिक तथ्यों धौर विवरणों के अध्याधिक अनुसूच थी । उम मरती
में, जिसमें नर धौर मादा दोनों के लक्षण थे, नर धौर मादा दोनों के
प्रोमोसोम थे । धतः उममें दोनों लिंगों के लक्षण प्रकट हुए । यह धीमती
भोरगन का आखिरी महत्वपूर्ण कार्य नहीं था । १९५२ में, ८२ वर्ष की उम
में, अपनी मृत्यु के दिन तक वे बहुमूल्य अनुसंधानों से विज्ञान को समृद्ध करती
रहीं ।

ये नए तथ्य जीन सिद्धांत को सत्य सिद्ध करने के अत्यधिक पुष्ट प्रमाण थे। इस समय तक वाटेसन बहुत असमजस से ड्रोसोफिला सम्बन्धी अनुसंधानों को देख रहे थे। १९२२ में वे मोरगन से भेंट करने गए और ड्रोसोफिला प्रयोगशाला के काम को पूरी तेजी से होते हुए देखा। वहाँ कोशिका सम्बन्धी उपलब्ध जानकारी को देखकर वे आश्चर्य में पड़ गए। यद्यपि ये प्रमाण उनकी विचारधारा के अनुरूप नहीं थे, पर उन्हें इसकी सफलता को स्वीकार करना पड़ा। उन्होंने बहुत उत्तेजना से इंग्लैंड में अपनी पत्नी को पत्र लिखा : "इस बात पर अपनी हार स्वीकार करने के अलावा मुझे कोई रास्ता दिखाई नहीं पड़ता। क्रोमोसोम किसी-न-किसी रूप में हमारे हस्तांतरणीय लक्षणों से अवश्य सम्बद्ध है।"

वाटेसन की इस स्पष्ट स्वीकारोक्ति से समार भर में हलचल मच गई। इसका परिणाम भी तुरन्त देखने को मिला। यूरोप भर से ड्रोसोफिला के म्यूटेंट भेजने की माँग आने लगी। इंग्लैंड और जापान में ड्रोसोफिला का अनुसंधान शुरू हो गया। जर्मनी के युवक आनुवंशिकी विज्ञानी न्यूमार्क की इस ड्रोसोफिला प्रयोगशाला में अध्ययन के लिए आये और घर लौटने पर इस कार्य को आगे बढ़ाया। सोवियत रूस को भी पर्याप्त संख्या में ये मक्खियाँ भेजी गईं और उसके वैज्ञानिकों ने अमरीकी अनुसंधानकर्ताओं से निरन्तर सम्पर्क रखा तथा उसके अपने ड्रोसोफिला अनुसंधानकर्ताओं की संख्या तेजी से बढ़ती गई। जब फरवरी, १९३५ में मास्को में आनुवंशिकी सत्रा के नए कक्षों का उद्घाटन हुआ तो उस समय सोवियत रूस में ड्रोसोफिला के अनुसंधानकर्ताओं की संख्या संसार भर में दूसरे स्थान पर थी।

ड्रोसोफिला सम्बन्धी अनुसंधान ने ही मोरगन के सिद्धान्त को, डार्विन के सिद्धांत के बाद का सर्वाधिक महत्वपूर्ण जीवविज्ञान सम्बन्धी अनुसंधान सिद्ध नहीं किया। जिस समय कोलम्बिया विश्वविद्यालय में पहली ड्रोसोफिला मक्खियों का प्रजनन किया जा रहा था, रोलिन्स ए० इमरसन, नेब्रास्का विश्वविद्यालय में बागवानी की शिक्षा दे रहे थे। अपने विद्यार्थियों को कोई ऐसा जीवी उपलब्ध कराने के लिए जिससे वे मेण्डेल के नियमों का अनुसंधान कर सकें, उन्होंने कान (मक्का) को चुना। उन्होंने सफेद राइस पोप कान और स्वीट कान को संकर किया और इस अन्तःपराग सेचित अनाज के एक बुरल को अपने विद्यार्थियों में बाँटा, जिससे वे मेण्डेल के अनुपात की सत्यता का पता लगा सकें। जब इन प्रयोगों के परिणाम उपलब्ध हुए तो उन्हें यह जानकर आश्चर्य हुआ कि जिस तीन और एक के अनुपात की आशा थी, वह उपलब्ध नहीं हुआ। उन्होंने इसका कारण जानना चाहा और जल्दी ही उन्हें इसका उत्तर मिला।

नियमों को लागू करना किसी हद तक उचित नहीं है। उनकी राय थी कि माता-पिता से मिलने वाले अनेकों लक्षणों का विकास, उनमें सुधार करने वाले तत्वों और बाह्य वातावरण, दोनों पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए मनुष्य की सहवर्तता के किसी मामले का निश्चित ज्ञान नहीं है।

हमारी स्पीशीज अपेक्षाकृत बहुत प्राचीन हैं और हमारी कोशिकाओं में अडतालीस या सम्भवतः छियासीस क्रोमोसोम है, जिनमें दस हजार से लेकर एक लाख विभिन्न जीन है। कल्पना की दुनिया के बाहर मानव-आनुवंशिकी के सम्बन्ध में बहुत कम काम हो पाया है। जिसका मुख्य कारण यह है कि मनुष्य को गिनिपिग या ड्रोसोफिला मक्खी की तरह प्रयोगशाला में परीक्षण करने में प्रयुक्त नहीं किया जा सकता। विज्ञान के किसी अन्य क्षेत्र में इतनी अंधाधुन्ध और विचित्र बातें प्रकाशित नहीं हुई हैं, जितनी कि किसी समूह की शुद्धि या नवीकरण में सुजनन-तत्त्व की संभावनाओं के विषय में कही गई है।

सुजातात्मक और नियंत्रित क्रम-विकास की जटिल सम्भावनाओं के बारे में १९२६ में मोरगन की प्रयोगशाला में, आरम्भिक दिनों में कार्य करने वाले, एक अनुसंधानकर्ता ने बर्लिन में, छोटे अन्तर्राष्ट्रीय आनुवंशिकी सम्मेलन में घोषणा की। इस अनुसंधान में भी ड्रोसोफिला मक्खी का ही प्रयोग किया गया। हरमन जोसेफ मूलर ने घोषणा की कि उन्होंने ड्रोसोफिला के जर्मप्लाज्म या जनित्र द्रव्य से बर्षों तक अनुसंधान किए हैं और उन्हें उत्साहवर्धक परिणाम मिले हैं।

मूलर का विचार था कि सम्भवतः आनुवंशिकता की क्रिया के ज्ञान में मनुष्य, क्रमविकास के लिए आवश्यक अत्यधिक समय को कम कर सकेगा। १९१८ में, जबकि वे टेक्सास-विश्वविद्यालय में थे, उन्होंने सबसे पहले स्वतः या स्वजात म्यूटेशन (उत्परिवर्तन) की सामान्य दर का पता लगाने के प्रयोग किए। इसके बाद उन्होंने बाहरी प्रभावों के द्वारा म्यूटेशन की गति में परिवर्तन का पता लगाया। ताप और एक्स किरणों की सहायता में म्यूटेशन क्रिया को तेज किया जा सकता है और मूलर ने ड्रोसोफिला के संसृष्ट अंडों के प्रोमो-सोमों पर एक्स किरणें डालीं।

आठ वर्ष तक मूलर एकाकी जीवन व्यतीत करते रहे। अन्त में जब उन्होंने अपनी सब उपलब्ध जानकारी की जाँच कर ली और अपने परिणामों के प्रति भावस्वत हो गए, तो उन्होंने अपनी युगप्रवर्तक घोषणा की। उन्होंने ड्रोसोफिला के क्रोमोसोमों में उपस्थित जीनों को स्थानच्युत किया था। उन्हें अलग-

अलग करके फिर उन्हें क्रमवार लगाया था। उन्होंने म्यूटेशन की गति को डेढ़ से गुना अधिक तेज किया था और उन्होंने कृत्रिम तरीके से क्रम-विकास की क्रिया को तेज किया था। उन्होंने वस्तुतः स्पीशीज का तत्त्वांतरण किया था और मक्खियों पर एक्स किरणें डाल कर नई स्पीशीज उत्पन्न की थी। मूलर ने जर्मप्लाज्म या जनित्र द्रव्य के भीतर एक्स किरण की ट्यूब डालकर विकिरण की सहायता से इसे विशुद्ध किया था। नियंत्रित म्यूटेशन के इस प्रदर्शन ने यह सिद्ध कर दिया कि अब हमें प्रकृति की धीमी गति पर इस सम्बन्ध में निर्भर नहीं रहना होगा।

मूलर ने जो रास्ता दिखाया, अन्य लोग भी उस पर चले। इससे एक अत्यधिक महत्वपूर्ण वैज्ञानिक क्षेत्र में अनुसंधान हुए। नर ड्रोसोफिला, अक्षत और गर्भिणी ड्रोसोफिला मादाओं तथा ससेचित अंडों, सब पर एक्स किरणें डाली गयीं और परिवर्तनों का अध्ययन किया गया। एक रूसी अनुसंधानकर्ता ने ड्रोसोफिला की जनन-कोशिका पर एक्स किरणें डालीं और पहली पीढ़ी में ही, म्यूटेशन उत्पन्न करने में सफल हुए। उन्होंने इसके बाद पहली पीढ़ी की इस सन्तति पर एक्स किरणें डालीं और उन्नत परिवर्तन को उलट दिया, जिसके फलस्वरूप मक्खियों की तीसरी पीढ़ी पहले जैसी ही सामान्य हुई, जिससे यह स्पष्ट हुआ कि मनुष्यतः म्यूटेशन प्रतिवर्ती होते हैं। जनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी के वैज्ञानिकों ने ग्रैप फ्रूट के बीजों पर एक्स किरणें डालीं और छह सप्ताह में ही इसमें फूल उत्पन्न किए जबकि सामान्य रीति से इस वृक्ष पर फूल आने में छह वर्ष लगते हैं। अन्य अनुसंधानकर्ताओं ने टमाटर के पौधों पर रेडियम का विकिरण और एक्स किरणें डालीं और टमाटर की एक ऐसी नई किस्म उपलब्ध की, जिसे किसी भी स्थिति में सामान्य टमाटर से संकर नहीं किया जा सकता। इन और बाद के मकड़ों परीक्षणों के परिणामों के आधार पर उच्च कोटि के जीवियों-सम्बन्धी अनुसंधानों की शुरुआत हो सकती है। पर यह भविष्यवाणी करना बहुत कठिन है कि भविष्य में किस दिशा में अनुसंधान होंगे, क्योंकि इस क्षेत्र के वैज्ञानिक अनुसंधान ऐसे हैं, जिनके बारे में निश्चित रूप से कुछ नहीं कहा जा सकता।

मोरगन ने १९०६ में आनुवंशिकता की इस समस्या की ओर ध्यान दिया और जब हम उसके बाद की अर्धशताब्दी के कार्य का सर्वेक्षण करते हैं, तो हमें पता चलता है कि विज्ञान की अनेकों शाखाओं में आनुवंशिकी के नये सिद्धान्तों और जानकारीयों का उपयोग किया जा रहा है। संसार भर की प्रयोगशालाओं में आनुवंशिकीविदों ने जीन-सिद्धान्त की सत्यता की उद्घोषणा की है, जिनका अस्तित्व परमाणु के अस्तित्व की तरह ही पूरी तरह से प्रमाणित किया जा

टामस हंट मोरगन .

चुका है। प्रकृति ने क्रोमोसोमों के सूक्ष्म तन्तुओं के सिरों पर जी मिनके उत्पन्न किए हैं, वे जीन है। और इन पर ही सब जीवियों, जिनमें मनुष्य भी शामिल है, का भाग्य निर्भर रहता है। यदि भाग्य हमारी किस्मत का ताना-बाना बुन रहा है, तो ये तन्तु, जीनों के मनकों से भरे क्रोमोसोम है, जिनके द्वारा यह ताना-बाना बुना जा रहा है।

स्टरटीवाट ने सबसे पहले १९२५ में यह प्रदर्शित किया कि जीनों का विकास उनके पड़ोसियों से प्रभावित होता है। प्रत्येक जीन को एक स्वतन्त्र यूनिट समझा जाता है और सामान्यतः यदि इसमें परिवर्तन होता है, या यह अपने स्थान से हटता है, तो इसका प्रभाव जीवी के किसी विशेष लक्षण पर पड़ता है। पर यह कहना भी सत्य है कि प्रत्येक लक्षण सब जीनों के सम्मिलित प्रभाव से उत्पन्न होता है। ब्रिजेज ने ग्रानुवशिकी-सन्तुलन की इस क्रिया की ओर विशेष ध्यान दिया और इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि प्रत्येक विकसित जीवी का प्रत्येक लक्षण सब जीनों की सम्मिलित क्रिया से उत्पन्न होता है। यह जीन एक साथ मिलकर किस प्रकार काम करती है, इसका अब तक पता नहीं चला है। पर हम यह जानते हैं कि प्रत्येक जीन सक्रिय उत्पादनों के विसरण का केन्द्र होता है।

प्रोफेसर मोरगन १९२८ में कैलिफोर्निया इन्स्टिट्यूट ऑफ टेकनालॉजी की नई जीव-विज्ञान शाला के अध्यक्ष बने। स्टरटीवाट, कारतविन, ब्रिजेज और जैक दुल्टज को भी इस शाला में नियुक्त किया गया और ड्रोसोफिला-सम्बन्धी अनुसंधान पूरी तेजी से चल पड़ा।

२२ दिसम्बर, १९३३ को ए न्यू मैथड फार दि स्टडी ऑफ क्रोमोसोम रि-अरेंजमेंट्स एण्ड दि प्लॉटिंग ऑफ क्रोमोसोम मैपिंग क्षीपंक लेख प्रकाशित होने तक क्रोमोसोमों की रचना का विवरण बहुत कुछ कल्पना पर ही आधारित था। इस महत्वपूर्ण लेख के लेखक टैवसास-विश्वविद्यालय के थियोपिल्स एल० पेण्टर थे और मोरगन ने इस लेख को ग्रानुवशिकी के गौरवपूर्ण लेखों में बताया। उस समय तक ड्रोसोफिला सम्बन्धी सब कार्य अटो की कोसिकाओं के द्वारा ही किया गया था। कुछ समय से यह जानकारी थी कि टिप्टेरा कीटों की बड़ी सारग्रन्थि के क्रोमोसोम की पट्टीदार रचना होती है। यह भी सिद्ध हो चुका था कि विकसित ड्रोसोफिला लार्वा की सारग्रन्थि की कोसिकाओं के क्रोमोसोम, इस मधुमयी की अठ-कोसिकाओं के क्रोमोसोमों से सत्तर गुना बड़े होते हैं।

पेंटर ने इन बड़े क्रोमोसोमों की रचना की कुछ जानकारी उपलब्ध करने के लिए इन्हें एसिटोब्यारमीन रंग से रंगने का तरीका अपनाया। इस विधि से वे

एक हजार से अधिक छल्लेदार बँडों का पता लगाने में सफल हुए । उन्होंने इन बँडों के क्रम और ब्रिजेज के नवशों के क्रम की समानता भी दर्शायी । जैसे ही पेप्टर ने इस नए और उत्साहवर्धक अध्याय का समारम्भ किया, कालविन ब्रिजेज प्रयोगों के तरीके में आगे सशोधन और परिवर्तन करने के लिए उनके साथ काम करने लगे, जिससे अधिक व्यापक अध्ययन किया जा सके ।

ब्रिजेज इन बड़ी सारग्रन्थियों पर काम करते रहे । उन्होंने अपने क्रोमोसोम नवशों में परिवर्तन-परिवर्धन के लिए इनकी कमियाँ और दो बार एक ही बात की आवृत्ति होने का अध्ययन किया । जैसे-जैसे अधिक जानकारी मिलती जाती थी, यह कार्य उतना ही अधिक कठिन और आकर्षक बनता जा रहा था । १९३६ की गर्मियों में उनके पुत्र, फिलिप एम० ब्रिजेज ने अपने पिता की सहायता करना शुरू की । दो वर्ष बाद पिता ब्रिजेज ने रिवाइज़्ड सैप आफ दि सैलिबरी ब्लैड एक्स क्रोमोसोम का प्रकाशन किया । पर मेधावी, सीधे-सादे, तथा अपने कार्य को बिना किसी दिखावे के करने वाले युवक कालविन ब्रिजेज अपना अध्ययन पूरा न कर सके । उन्होंने इतनी कड़ी मेहनत से यह काम किया, कि २७ दिसम्बर, १९३८ को ३६ वर्ष की उम्र में हृदय-गति रक जाने से लासएजेत्स में उनकी मृत्यु हो गई ।

मोरगन ने हमें यह बताने में जरा भी हिचकिचाहट महसूस नहीं की कि जब हम प्रकृति सम्बन्धी सब समस्याओं को अन्तिम रूप से सुलझाने की बात कहते हैं, तो हम कल्पना के ससार में विचरण करते हैं । वे स्वयं एक ऐसी ही समस्या को पूरी तरह से सुलझाने के अत्यन्त समीप पहुँच गए थे और उन्होंने जटिल उपकरणों की सहायता से नहीं, बल्कि अपने कुशल हाथों, कल्पनाशील मस्तिष्क, विज्ञान के व्यापक और गहरे ज्ञान तथा जटिल से जटिल समस्या को सुलझाने की लगन से यह कार्य किया । मोरगन के अनुसंधान-कार्यों से हम एकाधिक महत्वपूर्ण समस्याओं के हल के अत्यन्त समीप पहुँचे ।

मोरगन ने क्रम-विकास के सिद्धान्त का स्पष्टीकरण किया और अन्य सम्बन्धित जानकारी उपलब्ध की । डारविन का कहना था कि वातावरण के परिवर्तन और अस्तित्व बनाए रखने के प्रकृति के महान् संघर्ष के दौरान जो लक्षण और गुण विरासत में मिलते हैं, उनके आचार पर क्रम-विकास की क्रिया को समझाया जा सकता है । इस सिद्धान्त के अनुसार हानिकारक परिवर्तन समाप्त हो गए, पर जो परिवर्तन स्पीशीज के अस्तित्व के लिए लाभप्रद थे, उनका विकास होता गया । आज हम यह बात जानते हैं कि प्राकृतिक चरण, जो कि अपरिवर्तनशील तर्कों से सम्बन्धित है, क्रम-विकास की सृजनात्मक शक्ति नहीं है, यद्यपि इसके द्वारा प्रकृति की अनेकों परीक्षाओं के अभाव को समझाया जा

सकता है अर्थात् वे स्पीशीज समाप्त हो गयीं, जो क्रूर वातावरण के अनुरूप स्वयं को न ढाल सकीं। मोरगन द्वारा म्यूटेशन की सृजनात्मक शक्ति के प्रदर्शन के बाद हम प्राकृतिक वरण और अस्तित्व बनाए रखने के संघर्ष के विषय को अब उतना अधिक महत्त्व नहीं देते।

आज जबकि नित नई जानकारी मिल रही है, यह निष्कर्ष निकालना उचित लगता है कि निरन्तर अधिक जटिल होती विभिन्न स्पीशीज का विकास किसी प्रकार की चुनींदा क्रिया द्वारा हुआ। यह क्रिया म्यूटेशन द्वारा उपलब्ध जीवियों पर हुई। क्रम-विकास के प्रत्येक वैज्ञानिक सिद्धान्त का आधार केवल आनुवंशिकता की क्रिया ही हो सकती है। मोरगन का विश्वास था कि हम म्यूटेशन सिद्धान्त को उसी वैज्ञानिक प्रयोगात्मक तरीके से स्वीकार और स्थापित कर सकते हैं, जिसके द्वारा रासायनिक शास्त्र और भौतिकी की महान् प्रगति हुई। अग्नेज वैज्ञानिक लेंसलाट होगबेन ने इस सम्बन्ध में कहा है कि "जब अब से दो सताब्दी बाद क्रम-विकास के सिद्धान्त का इतिहास लिखा जाएगा, तो उसमें इस चार्ल्स डार्विन के नाम से कहीं अधिक बार टामस हंट मोरगन के नाम का उल्लेख होगा।"

आनुवंशिकी-सम्बन्धी जानकारी से अच्छी नस्ल के जानवरों के प्रजनन में सहायता मिली है। इससे ऐसे डोर पैदा किए जा सके, जिनसे अधिक मांस मिलता है, ऐसी गायें तैयार हुईं जो अधिक दूध देती हैं और ऐसी मुर्गियाँ मिलीं जो पहली मुर्गियों की वनिस्वत तिगुने अंडे देती हैं। पौधों के प्रजनन में भी सूखर बरबक जैसे व्यक्तियों के पुराने तरीकों के स्थान पर अधिक मही और आसानी से नियंत्रित तरीके अपनाये गए। जार्ज एच० थुल ने ऐसी सकर मक्का उत्पन्न की, जिसने पूरे देश में सकर मक्का उत्पन्न करने के व्यापक कार्यक्रम को गति दी। इसके फलस्वरूप अमरीकी मक्का की फसल करोड़ों डालर ज्यादा हुई। इसके अलावा अन्य महत्वपूर्ण पौधे, जिनमें गेहूँ की ऐसी किस्म भी है जिस पर रतुवा नहीं लगता, सर्दी का प्रभाव नहीं होता और जिसे टिट्टे भी नहीं खाते, पैदा की जा सकती है। एक नए किस्म का तम्बाकू भी पैदा किया गया, जिसे सिगार-निर्माता विशेष रूप से इस्तेमाल करते हैं। इतना ही नहीं, वन्दगोभी की ऐसी किस्म तैयार की गई जिसमें गन्ध नहीं होती।

जीन सिद्धान्त ने अन्य महत्त्वपूर्ण समस्याओं, जिनमें जड़ बुद्धिता, मस्तिष्क की कमजोरी और कई किस्म के पागलपन की चिकित्सा की समस्याएँ हैं, का हल सम्भव कर दिया है। चिकित्सकों से अक्सर ऐसे मामलों में सलाह ली जाती है, जहाँ किसी आनुवंशिक खामी के कारण विवाह को उचित नहीं समझा जाता। वकीलों ने भी रक्त-समूहों की आनुवंशिकता के ज्ञान को

सकते।" बुड्स होल, मैसाचुसेट्स में १९०३ में पहली बार उन्होंने जिस समस्या का अध्ययन शुरू किया था, अब फिर उस पर प्रतिदिन कार्य करना शुरू किया। यह समस्या ड्रोसोफिला की आनुवंशिकी से सीधी सम्बन्धित नहीं थी। इसका सम्बन्ध संकर-संसेचन और स्वयं-संसेचन तथा उस आनुवंशिक परिस्थिति से था, जिससे व्यक्तिगत भिन्नता स्पष्ट होती है। मोरगन इस प्रश्न का उत्तर ढूँढ़ने में लगे थे कि सामान्य उभयलिङ्गी समुद्री स्क्वर्ट के शुक्राणु प्रायः उसी जीव के अंडों को कभी संसेचित नहीं करते, पर अन्य सब समुद्री स्क्वर्टों के अंडों को संसेचित करते हैं। हल्के अम्लों के उपयोग और अन्य सामान्य तरीकों से मोरगन एक समुद्री स्क्वर्ट के अंडों को उनके ही शुक्राणु से संसेचित करने में सफल हुए। इससे जो संतति उत्पन्न हुई, उसे पालकर बड़ा किया गया और इम प्रकार एक ही स्क्वर्ट से आगे अध्ययन के लिए अनेकों पीढ़ियाँ उत्पन्न की गयीं।

हजारों प्रयोगों के बाद मोरगन ने स्वीकार किया कि वे समस्या को सुलभाने में सफल नहीं हुए हैं, पर उन्हें "एक विशेष मन-स्थिति मिली है, चाहे समस्या का हल न मिला हो।" और उनका कार्य १९४५ के उस दिन तक अविराम चलता रहा, जब ८०वें वर्ष में आनुवंशिकी के इस महान् वृद्ध पुरुष की मृत्यु हो गई।

मेक्सिकीन इथान्स

(१८८२-)

हर

की दो नए लोगों में प्रवृत्ति

में धातुबंधकी (केनेटिक्स) ही

वैज्ञानिकों ने विकास का मार्ग प्रकट

थाका, अन्तःकारी विज्ञान, विशेषकर

में संयुक्त राज्य के वैज्ञानिकों ने बहुसंख्य

का श्रेय प्राप्त हुआ। अमरीकी विद्यार्थी

बाते थे किन्तु फिर वह भी हुआ कि संसार

सत्य को सीधे उचित धारा में पहुँचाने वाली

समझने के लिये हमारे पास आने लगे।

अन्धि, अन्धकार, परावृत्त, अन्धकार

लिए ये लोग अमरीका आए।

अमरीकी
इस नई शताब्दी के
मात्र क्षेत्र न था, जिसमें प्र
विज्ञान की एक अत्यन्त
प्रणियों के अन्तःकार के
क्रिया धीरे उर्ध्व मार्ग-दर्श
विज्ञान के अध्ययन हेतु यु
के लोग अपने रासायनिक
प्रणियों की क्रिया ज
गल-अन्धि, पीयूष-अन्धि,
अण्ड-अन्धि के अध्ययन के

बहुत लम्बे अरसे
सिद्धान्त को मान रहे थे
खाना है। औषधि-
एक बड़ा अदृश्य भी
शरीर की रक्षा के
प्रकार की दवायें निश्चित
धोर इमित कर रह बत
रसायनशास्त्र के सिद्धान्तों
अनुभव करना शुरू कर
रसायन का ज्ञान, इनकी
क्रियाओं तथा कार्यविधियाँ

लोग धीरे-धीरे 'बियोफास्टल पारासेलसस' के
कि शरीर एक बहुत ही बड़ा पेशीय रसायन अणु
के इस बड़े अन्तिकारी ने कहा : "शरीर के
य धीरे एक अदृश्य रेश विद्यमान है जो समानानुसार
दवायें तैयार करता है। आवश्यकताानुसार विशेष
मात्रा में देता रहता है।" उन्होंने रसायनशास्त्र की
हि भी, और उसी मार्ग द्वारा हम औषधिविज्ञान
के प्रयोग कर सके। अब फिर वैज्ञानिकों ने
है कि व्यक्ति के कोषाणुओं की भौतिकी
विभिन्न शारीरिक रसों, ऊतकों तथा अणुओं
को सरलता से स्पष्ट कर देना।

जॉन जेकॉब आबेल पहले व्यक्ति थे जो हॉर्मोन का शुद्ध तत्त्व प्राप्त करने में सफल हुए। मई १८९७ में जान्स हॉपकिन्स विश्वविद्यालय में इन्होंने भेड़ की अधिवृक्क-ग्रन्थि के मध्य भाग से एपिनेफ्रिन के मोनोवेन्जिल तत्त्व का सल्फेट निकालने में अद्भुत सफलता प्राप्त की। क्लिफ्टन, न्यू जर्सी के एक जापानी रसायनशास्त्री जोकिची टाकामिने ने कुछ समय बाद इसी हॉर्मोन का शुद्ध स्फटिक रूप बना लिया और इसे ये "आड्रेनालीन" के नाम से बाजारों में बेचने लगे। पाँच वर्ष बाद इसे संश्लिष्ट कर दिया गया। आड्रेनालीन ऐसी औषधि है जो प्राण-दान करती है और कमजोर हृदयों की गति को बनाये रखने में बड़ी सहायता करती है। विषम परिस्थितियों में जब किसी आकस्मिक चोट व सदमे से हृदय की गति रुकने लगती है, तब हृदय को बल प्रदान कर यह औषधि प्राण-रक्षा करने में समर्थ होती है। रुधिर-वाहिका को सकुचित कर यह औषधि स्यानिक रुधिर-स्राव, अस्यधिक रुधिर-स्राव तथा श्वास व दमे के आवेग को रोक देती है।

रुधिर जब आबेल 'आड्रेनालीन' के अपने अध्ययन में संलग्न थे, तभी एक ग्रन्थ अन्तःस्राव के अन्वेषण की घोषणा हुई। पेट की पाचनशक्ति को बल देने के निमित्त अग्न्याशय-रस किस प्रक्रिया द्वारा पेट में पहुँचता है, इस रहस्य का पता लगाने के प्रयत्नों के फलस्वरूप शरीर-शास्त्रियों ने इस नये अन्तः-स्राव के रहस्य का उद्घाटन किया। अर्नेस्ट स्टालिंग तथा विलियम बोल्स ने लन्दन-विश्वविद्यालय में १९०२ ई० में कुत्तों पर किये गये अपने परीक्षणों द्वारा यह सिद्ध किया कि इस प्रक्रिया का एक कारण रासायनिक प्रतिक्षेप है। छोटी आंत के प्रारम्भिक भाग में लगे कोशाणु एक रस बनाते हैं जो बिना किसी वाहिका के सीधे रुधिर-धारा में मिल जाता है और यह रस जिसे 'मेन्ट्रेटिन' कहते हैं, रुधिर द्वारा अग्न्याशय में पहुँचाया जाता है और यह अग्न्याशय को भोजन-नालिका में अग्न्याशय-रस पहुँचाने के लिए वाध्य करता है। यह हॉर्मोन भी 'आड्रेनालीन' के ही प्रकार का आवश्यक रासायनिक मिश्रण है।

१९१४ के क्रिसमस के दिन एडवर्ड केण्डल नामक अमरीकी वैज्ञानिक ने 'थाइरोक्सिन' नामक एक नये हॉर्मोन के खोज की घोषणा की। किसी भी एक समय इस स्फटिक की चुटकी भर मात्रा ही शरीर में रहती है, किन्तु फिर भी इस किंचित् स्फटिक पर ही जीवन और मरण, स्वाभाविक मन स्थिति तथा पागलपन अवलम्बित है। १८५० में साल्जबर्ग (आस्ट्रिया) के बड़ी सख्या में फ्रेंच लोगो की जाँच से यह सम्भावना प्रतीत हुई कि इनकी इस दयनीय अवस्था का कारण या तो गल-ग्रन्थि का दूषित होना या गल-ग्रन्थि का नितान्त अभाव है। फ्रेंच लोगो की शरीर-रचना विगड़ी हुई है, तोंद निकली हुई, विगड़ी

हुई थीं, निपट-निराश असहाय लोग हैं जो हर प्रकार की सहायता के बावजूद जानवरों की तरह जीवन-यापन कर रहे हैं।

इनकी गल-ग्रन्थियों में से उस सक्रिय रासायनिक तत्व के निकालने के कितने ही प्रयत्न किये गये। अन्त में कई चातुरीपूर्ण प्रक्रियाओं द्वारा केण्डेल ने थाइरोक्सिन को पकड़ ही निकाला। थाइरोक्सिन की रचना का केण्डेल ने पहले दोषपूर्ण विवरण दिया था। पर इसकी वास्तविक रचना और तत्व को बाद में निर्धारित कर दिया गया। १९२७ में प्रयोगशाला में इसको सश्लिष्ट रूप में ५ प्रतिशत आयोडीन के साथ रगहीन सुई के आकार में प्रस्तुत किया गया। संश्लिष्ट थाइरोक्सिन से क्रेटिन लोगों को स्वास्थ्य प्रदान किया जा सका और पहली बार क्रेटिनो के रोगग्रस्त भवयवो, हीन-गलग्रन्थिता तथा अत्यवटुता की चिकित्सा सम्भव हुई।

और फिर इसके बाद फ्रैंड्रिक बैन्टिंग की 'इन्सुलिन' धापी और इससे क्यूरी तथा पास्टर की चामत्कारिक सफलता की तरह ही समस्त संसार चकित-विस्मित हुआ। विगत तीन शताब्दियों से मधुमेह का कारण अग्न्याशय-ग्रन्थि को ही माना जाता रहा है। मधुमेह से ग्रस्त रोगियों की इसी ग्रन्थि के रस से चिकित्सा की जाती रही, पर कोई असर ही नहीं होता था। एक दिन टोरण्टो विश्वविद्यालय में अपने एक भाषण की तैयारी करते समय बैन्टिंग को एक नये मुराग का पता लगा। उन्होंने कहीं पढा कि मिनेसोटा-विश्वविद्यालय के डा० मोजेज वैरन ने रिपोर्ट दी है कि अग्न्याशय ग्रन्थियों के बाँध देने से उन कोपाणुओं की ही मृत्यु हो जाती है जो ट्रिप्सिन नामक द्रव्य का सृजन करते हैं। लेगरहेन्स के द्वीपो की क्रिया की अधिकता को यही ट्रिप्सिन नामक द्रव्य समाप्त करता है; और यही कारण था जिससे अग्न्याशय के द्रव्य से उपचार करने वाले चिकित्सकों को पहले सफलता प्राप्त नहीं होती थी। बैन्टिंग के शोध के पूर्व ग्रन्थियों को छलग नहीं किया जाता था, और इस कारण ट्रिप्सिन, अग्न्याशय में एकत्रित इन्सुलिन को समाप्त कर देता था।

बैन्टिंग ने तर्क किया कि अग्न्याशय को अलग करने के पूर्व, इससे लगी हुई बाहिक को बाँध देना चाहिए जिससे ट्रिप्सिन उन कोपाणुओं को समाप्त न कर सके जो मधुमेह को रोकने वाले द्रव्य की उत्पत्ति करते हैं। वे मधुमेह के विशिष्ट प्रोफेसर जे० आर० मैकिनग्रोड के पास गए और उन्होंने प्रयोगशाला की सुविधाएँ, आठ सप्ताह के लिए एक सहकारी, तथा परीक्षण के लिए दस कुत्तों की माँग की। इनकी इच्छानुसार व्यवस्था भी कर दी गयी।

बैन्टिंग ने ऐसे कुत्तों के अग्न्याशय का सत्त्व तैयार किया जिनकी अग्न्याशय-बाहिनी को बाँध दिया गया था। १९२१ की सत्ताइस जुलाई के प्रातःकाल

उन्होंने उस सत्त्व को ऐसे कुत्ते की श्रीवा-शिरा में मुई लगाकर डाल दिया, जिनके अग्न्याशय को निकालकर उन्हें मधुमेह का रोगी बना दिया गया था। मैक्लिग्रोड ने लडि-शर्करा के परीक्षण के लिए चाल्मिस्टे को निरुक्त किया था और ज्योंही प्रयोगशाला के उत्कण्ठित वातावरण में लडि-शर्करा के निश्चित रूप से कम हो जाने का समाचार फँसा, वैन्टिंग ने समझ लिया कि मधुमेह से पीड़ित कुत्ते की जान बचा ली गयी। छह मास के उपरान्त अग्न्याशय का शुद्ध, परिमार्जित सत्त्व पहली बार मनुष्य पर प्रयुक्त किया गया। टोरण्टो जनरल अस्पताल में बेहोशी में पड़े एक चौदह वर्षीय बालक पर इस सत्त्व का प्रयोग हुआ। मधुमेह का रोगी जब बेहोशी में आने लगता है, तो उसकी मृत्यु अत्यधिक निकट मान ली जाती है। इस जादुई सत्त्व के उपचार से इस रोगी बालक को मृत्यु के मुख से निकाल लिया गया। आज इन्सुलीन के लेने वाले लाखों व्यक्ति इस रसायन एवं औषधि के चमत्कार के साक्षी हैं। इस बड़ी खोज और असाधारण सफलता के लिए वैन्टिंग को नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया और कॅनेडा की सरकार ने एक बड़ी राशि ही उनको भेंट नहीं की, अपितु कालान्तर में उन्हें 'सर' की उपाधि से विभूषित भी किया।

मधुमेह के रोगी को इन्सुलीन का इन्जेक्शन लगाकर हृष उसकी अवस्था में सुधार अवश्य लाते हैं किन्तु रोगमुक्त नहीं करते। इन्सुलीन के बिना खायी गयी शर्करा शरीर-पोषण के किसी काम नहीं आती। शर्करा एकत्रित होती रहती है और फिर भ्रूज के साथ बाहर निकल जाती है। मधुमेह का रोगी जिसका अग्न्याशय पर्याप्त इन्सुलीन उत्पन्न नहीं करता, वह शक्ति के इस बड़े स्रोत से वंचित हो जाता है और फिर उसे कृत्रिम उपायो से इन्सुलीन लेना पड़ता है। जब तक औषधि-विज्ञान ऐसा कोई उपाय नहीं ढूँढ़ निकालता जिससे अग्न्याशय की निर्बलता और निष्क्रियता को दूर किया जा सके, तब तक मधुमेह से ग्रस्त रोगियों को इन्सुलीन के इंजेक्शन लगातार लगाते रहने होंगे, क्योंकि इन्सुलीन मुख द्वारा नहीं ली जा सकती। इन्सुलीन मुख द्वारा ग्रहण करने में पाचन-नलिका के खमोर से यह बिखर जाती है और बेकार सावित होती है।

पश्चिम के सेन जोकिन वॅली के शल्यक्रिया के विशेषज्ञ डाक्टर उन अग्नित लोगों में से एक है इन्सुलीन ने जिनकी मधुमेह के भयानक रोग से प्राण-रक्षा की। मोडेस्टो, कैलिफोर्निया के डाक्टर सी० डब्ल्यू० इवान्स प्रारम्भिक दिनों में रेलवे के डाक्टर थे और उन्हें कई बार रेल-दुर्घटनाओं के इन जखमी लोगों के अंगों की शल्यक्रिया करनी पड़ती थी। रेल-दुर्घटनाओं के इन जखमी लोगों की प्राण-रक्षा के निमित्त अपनी यात्राओं में अधिकतर अपने पुत्र हरबर्ट को

साथ ले जाने थे क्योंकि उनकी यह इच्छा थी कि उनका पुत्र एक दिन शन्य-क्रिया का कुशल डाक्टर बने।

ध्वस्या प्राप्त कर हरवर्ट कैलीफोर्निया-विश्वविद्यालय में दानित हुए और वैज्ञानिक शोध के कार्य की ओर ही उनकी अधिक रुचि हुई। स्नातकोत्तर विद्या के लिए वे जॉन्स हॉपकिन्स में प्रविष्ट हुए, जो १८७६ से ही धमरीकी स्नातकोत्तर शिक्षा का एक विशेष केन्द्र बन गया था। धमरीका भर में यह पहला स्थान था जहाँ कई विषयों में स्नातकोत्तर विद्या की सुविधाएँ मुलभ थी। अमेरिका में वैज्ञानिक शोध के कार्य के लिए ध्व विद्यार्थियों को यूरोप जाकर बड़े-बड़े वैज्ञानिकों की शरण लेनी आवश्यक नहीं थी, क्योंकि ध्वनें देना ही में ध्व विशेष शोध-कार्य की सुविधाएँ तथा दत्त वैज्ञानिकों द्वारा मार्गदर्शन प्राप्त था।

इवान्स ने विशिष्ट योग्यता प्राप्त करने की सम्भावनाओं की बात ध्वनें गुए जेक्स लोव से कही तो उन्होंने ममभ्राया कि किमी नियत क्षेत्र में योग्यता प्राप्त करने की बात मत सोचो, बल्कि नये क्षेत्रों में नये अनुसंधान करने की कामना रखो और सम्बद्ध अन्य क्षेत्रों में भी आवश्यकता पड़ने पर किन्तु मत, किन्तु साहस एव विश्वासपूर्वक उनमें भी प्रवेश करो। इवान्स ने यह सलाह मान ली। विज्ञान की सीमाएँ क्षीघ्रता से टूट रही थी, जिज्ञामु वैज्ञानिक सापरवाही से एक-दूसरे के क्षेत्रों का अतिक्रमण करने लगे थे और ध्व किसी सुनिश्चित निर्धारित क्षेत्र में शोध-कार्य को सीमित रखना कठिन हो गया था। इवान्स ने शरीर-रचना-विज्ञान से आरम्भ किया किन्तु धीरे-धीरे उसकी रुचि भ्रूणविज्ञान में हो गयी। फिर ऊतकों की काट-छाट करते-करते उनका मन ऊब गया और शरीर के मनोरञ्जक नाटक, चामत्कारिक क्रिया के प्रत्येक पहलू को जानने की इच्छा के साथ-साथ वे जीवविज्ञान की गतिशीलता और विशेषकर ग्रन्थियों के कार्य में आकर फँस गये।

जब उधर वैंटिंग मनुष्यों की प्राणरक्षा के निमित्त कुत्ते की हत्या कर रहे थे, उधर इवान्स रहस्यमय पीयूष-ग्रन्थि के क्षेत्र में एक चमत्कारी अन्वेषण में सफलता प्राप्त कर रहे थे। पीयूष-ग्रन्थि दिमाग के ठीक नीचे हड्डी में बड़े यत्नपूर्वक रखी हुई ग्रन्थि है और शरीर का यह एक बड़े महत्त्व का अवयव है। स्पन्दनशील शरीर का यह ऐसा अवयव है जहाँ सरलता से पहुँचना बड़ा कठिन है। कुछ वर्षों से यह धारणा बन रही थी कि दारिरीक विकास और इस ग्रन्थि के कार्य में परस्पर सम्बन्ध अवश्य है।

इस बात की खोज में कि क्या पीयूष-ग्रन्थि उस हॉर्मोन को तैयार करती है जिससे शरीर बढ़ता है, इवान्स ने कसाइयों के यहाँ जा-जाकर गाय-बैलें

की पीयूषग्रन्थि का सत्त्व तैयार किया। १९२० ई० में उन्होंने पीयूषग्रन्थि के सत्त्व को बड़ी मात्रा में मुख द्वारा पिला कर बहुत से प्रयत्न किये, पर असफल ही रहे। फिर उन्होंने चूहों के बच्चों पर इस सत्त्व के इन्जेक्शन लगाये। कुछ ही महीनों में ये चूहे के बच्चे बड़े विशालकाय हो गये। केवल मोटे हो गये हों, यह बात नहीं, परन्तु इनकी हड्डियाँ, दिल, कलेजे, गुर्दे, फेफड़े, आहारनाल आदि सबों का आकार अत्यधिक बड़ा हो गया था। और जब इवान्स ने ये इन्जेक्शन लगाने बन्द कर दिये तो वे पुनः प्रकृतिस्य हो गये और उनका विकास रुक गया। पीयूषग्रन्थि निकालने के कारण अधिकसित छोटे-छोटे चूहों को जब इस सत्त्व का इन्जेक्शन दिया गया तो वे फिर अपने स्वाभाविक आकार के हो गये। १९२२ ई० में इवान्स और जोसेफ लॉग ने इस विकास-प्रेरक हॉर्मोन के खोज की विज्ञप्ति 'एनाटोमिकल रेकार्ड' नामक पत्रिका में निकाली।

यदि शरीर-विकास का यह चमत्कार चूहों में हो सकता है तो फिर मनुष्यों में यह क्यों सम्भव नहीं? और जब इवान्स ने इस सत्त्व को अधिक परि-माजित और शक्तिशाली बना लिया तो उन्होंने इसका एक नौ-वर्षीय बालिका पर प्रयोग किया। इस बालिका का शारीरिक विकास लगभग चार वर्षों से रुक गया था। न्यूयॉर्क के डाक्टर एनजेलबाक ने इसका इस सत्त्व से उपचार किया और १९३१ ई० में लगभग आठ महीने में इस लड़की के ढाई इंच से अधिक बढ़ जाने की घोषणा की। दूसरे डाक्टरों ने भी इस उपचार-विधि का अनुकरण किया और उन्हें इसमें बड़ी सफलता मिली। पन्द्रह-वर्षीय एक बीना लड़का इक्कीस महीनों में साढ़े आठ इंच अधिक बढ़ गया।

इस खोज के परिणामस्वरूप लोगों की कल्पनाएँ जाग्रत होने लगी और राक्षसों तथा घीनों की कल्पनाएँ की जाने लगी। कुछ लोगों ने अन्दाजा लगाया कि अब इन्जेक्शन द्वारा समूचा देश ही विशालकाय भूधराकार नागरिकों का बनाया जा सकता है। किन्तु इवान्स ने ऐसी कोई निर्मूल आशा और रोमाचकारी कल्पना नहीं की। उन्होंने कहा: "लोग कहते हैं कि जापान के बादशाह मिकाडो अपनी सेना के जवानों की लम्बाई बढ़ाना चाहते हैं। विकासप्रेरक इस हॉर्मोन से यह सम्भव अवश्य है, किन्तु मिकाडो भी इस उपचार के खर्च को उठा न पायेंगे।"

पीयूषग्रन्थि सभी ग्रन्थियों से अधिक पेचीदा साबित हुई। यह एक दर्जन से अधिक प्रकार के हॉर्मोन उत्पन्न करती है और शरीर की अन्य सभी ग्रन्थियों की क्रियाओं का सन्तुलन भी करती है। इस ग्रन्थि को राजग्रन्थि माना गया है और आज भी यह विज्ञान की विषम पहेली है।

इवान्स ने यह भी देखा कि उनका बनाया गत्व जहाँ जन्तुधो की विनाम-त्रिया को बढ़ाता है, वही यह उन चूहों की मंथन, मंथन त्रिया को प्रेरित करने में प्रथमय है। मादा चूहे में, जिनकी पीयूषग्रन्थियाँ निवान दी गयीं हो, सम्भोग करने पर अण्डाणुओं का ग्राव नहीं होता किन्तु यदि पीयूषग्रन्थि सम्भोग त्रिया के केवल एक घण्टे पूर्व निकाली जाय तो अण्डाणु अवश्य पाये जाते हैं। सायद पीयूषग्रन्थि के आगे के रण्ड में दम दूमरे हॉरमोन का स्थान है, जो अण्डाणुओं की उत्पत्ति का कारक है।

धमरीकी चार्ल्स स्टोकाड तथा जॉर्ज पपानिकोलू ने १९१७ ई० में दम समस्या के निदान का तरीका निकाला। उन्होंने देखा कि मादा गिनी-पिग की योनि से अलग-अलग समयों पर लिये गये लेम को गूदमदर्शी में देखने पर उम में भिन्न-भिन्न प्रकार के कोषाणु पाये जाते हैं। जन्तुधो में मंथनत्रिया का काल उनके अण्डाणुओं के प्रत्याय के समय से मेल राना है। जब मादा गिनी-पिग कामासक्त होती है तो उसके कोषाणु एक विशेष प्रकार के होते हैं तथा उनका रंग इओसिन की तरह चमकीला होना है; और जब वे कामासुर नहीं होती उस समय के कोषाणु दूसरे ही प्रकार के होते हैं। इस तरह योनिगत लेम के परीक्षण द्वारा किसी भी जन्तु की मंथन-त्रिया का गता सगाया जा सकता है। १९२२ ई० में इवान्स तथा जोसेफ लाग ने दम प्रत्रिया द्वारा चूहों की मंथनत्रिया का समय-चक्र निर्धारित किया।

अगले वर्ष बर्कले, कैलिफोर्निया में इवान्स की प्रयोगशाला में फिलिप स्मिथ ने एक अत्यन्त कुशल प्रक्रिया द्वारा चूहों के गले में एक मामूली नरतर सगाकर उनकी पीयूषग्रन्थि को सरलता से निकाल लेने की विधि रोज निकाली और इससे इस विषय पर अत्यधिक प्रकाश पडा। और फिर उन्होंने यह भी निश्चित रूप से सिद्ध कर दिया कि इभी पीयूषग्रन्थि में कुछ ऐसी चीज है जो काम-भावना को उद्दीप्त करने की सामर्थ्य रखती है। उन्होंने ऐसे चूहों में, जिसकी पीयूषग्रन्थि निकाल दी गयी थी, दूसरे चूहे की पीयूषग्रन्थि सगा दी। इससे चूहे की मंथनत्रिया जो समाप्त हो गयी थी, फिर पुनर्जीवित ही नहीं हो उठी, बल्कि अधिक सबल हो गयी।

स्मिथ का यह सौभाग्य ही था कि उन्होंने अपने परीक्षण चूहों पर किये, क्योंकि इसी ग्रन्थि-प्रतिरोषण की क्रिया जब सूअर, खरगोश, बिल्ली तथा कुत्ते पर की गयी तो कोई भी असर नहीं हुआ। किन्तु उनका दुर्भाग्य भी था। अपने सभी परीक्षणों के परिणाम प्रकाशित कर पाने के चार महीने पहले ही जर्मनी के वर्नहार्ड जोण्डेक तथा सेलमर आस्वीम ने जन्तुधो की पीयूषग्रन्थि

की उस जननग्रन्थि प्रेरक हॉरमोन का सत्त्व निकालने में सफलता प्राप्त की, जिससे अण्डाशय तथा अण्ड-ग्रन्थि का प्रस्राव होता है।

अपने परीक्षणों के सिलसिले में जोण्डेक ने देखा कि उनकी पीयूषग्रन्थि के सत्त्व का जो प्रभाव चूहों पर होता है, वही प्रभाव उन पर गर्भवती स्त्रियों के भ्रूण के इन्जेक्शन देने पर होता है। इसी के आधार पर जोण्डेक तथा आल्ड्रीम ने सर्वप्रथम स्त्रियों के गर्भवती होने, न होने की एक विश्वसनीय परीक्षाविधि की सफलतापूर्वक खोज की। यह परीक्षाविधि १९२८ ई० से अब तक अत्यधिक परिवर्तित परिवर्द्धित की जा चुकी है। इस परीक्षा द्वारा उम स्त्री के भ्रूण का इन्जेक्शन किसी ऐसे मादा मेढक, खरगोश अथवा चूहे को लगा दिया जाता है जिसने मैयुन न किया हो। २४ घण्टे बाद इस जानवर को मार दिया जाता है और इसकी शोनि में विद्रव्य प्रकार के कोशिक परिवर्तन पाये जाते हैं। यह विधि जो ९९ प्रतिशत प्रामाणिक है, महीना न होने के दस दिनों बाद ही स्त्री के गर्भवती होने, न होने का निर्णय कर देती है।

इन सभी प्रगतियों के साथ ही साथ पीयूषग्रन्थि के अग्रभाग के चौथे हॉरमोन की घोषणा हो गयी। कोल्डर्सप्रिंग हारवर, लॉग आइलैण्ड के आस्कर रिडल ने पीयूषग्रन्थि के सत्त्व को कबूतरों को खिलाया तो पता चला कि दास्य-दुग्ध का उनका स्रावण बहुत बढ़ गया है। दुग्ध-उत्पादक इस हॉरमोन का, जिसका रिडल ने 'प्रोलेक्टिन' नामकरण किया, दूसरे जन्तुओं के स्तनों में भी दूध उत्पन्न कर देता है। यहाँ तक देखा गया कि नर जन्तुओं तक की स्तन-ग्रन्थियों में दूध भर गया और एक बिलार ने भी इसके इन्जेक्शन के बाद दूध दिया। बाद में रिडल ने यह भी रिपोर्ट दी कि प्रोलेक्टिन मातृभाव की भी वृद्धि करता है।

एक फ्रेंच अनुसंधानकर्ता ने १९३३ ई० में पीयूषग्रन्थि के अग्रभाग में एक पाँचवें हॉरमोन के होने की रिपोर्ट दी और बताया कि इससे दलग्रन्थि पर प्रभाव पड़ता है और अब इस हॉरमोन को थाइरोट्रोपिन के नाम से पुकारते हैं।

इसी बीच इवान्स कैलिफोर्निया-विश्वविद्यालय के प्राणिविज्ञान-संस्थान के निदेशक हो गये और पीयूषग्रन्थि के शुद्ध सत्त्व की प्राप्ति की समस्या से उत्तम रहे। १९३९ ई० में उन्होंने घोषणा की कि वे विकास-प्रेरक हॉरमोन के निर्धारण में सफल हो गये हैं। फिर भी ऐसे कुछ वैज्ञानिक रहे जिन्होंने उनके हॉरमोन को शुद्ध विकासीय हॉरमोन नहीं माना, और उसे एक मिश्रित हॉरमोन रहे। और हमारे ऐसे वैज्ञानिक भी थे जो इसे शुद्ध विकास-प्रेरक हॉरमोन को तैयार ही न थे। १९४१ ई० तक पीयूषग्रन्थि की ३ . . . १९४५

थाइरोट्रोपिक हॉर्मोन का रासायनिक शुद्ध रूप तैयार कर लिया गया। इन रासायनिक सत्त्वों के इन्जेक्शन दिये गये और उनमें सफलता प्राप्त हुई, विनेप गुणों की वृद्धि हुई। और फिर एक विवाद उठ खड़ा हुआ। रिटल ने कहा कि विकास-प्रेरक हॉर्मोन के सिद्धान्त की उपयोगिता मानते हुए भी ये उसे वास्तविक मत्प मानने को तैयार नहीं है। इवान्स के अनुसार पीयूपग्रन्थि के सत्त्व द्वारा प्रेरित चूहों के विकास के लिये न अवटुप्रेरक, न दुग्धप्रेरक, और न ही जननग्रन्थि-प्रेरक हॉर्मोन की आवश्यकता है। १९४१ ई० में उन्होंने यह प्रदर्शित कर दिया कि मादा चूहों के विकास के लिये थाइमस ग्रन्थि, बाल्य-ग्रन्थि की भी आवश्यकता नहीं है। तीन वर्षों बाद केण्टन के जो हाथों लि, जिन्होंने इवान्स के शिक्षण में डॉक्टर की उपाधि प्राप्त की थी, बँलों की पीयूप-ग्रन्थि में विकासप्रेरक हॉर्मोन तैयार करने में सफल हुए। इसमें किसी प्रकार का दुग्धप्रेरक, कूपप्रेरक, अवटु-प्रेरक अन्तराल-कोशिका का प्रेरक प्रभाव नहीं था। यह शुद्ध द्रव्य था। जो तथा इवान्स ने इसकी घोषणा 'साइन्स' पत्रिका में की। इससे भी यह विवाद समाप्त नहीं हुआ। चार्ल्स स्टोकाडें का विश्वास था कि एतद्विषयक भिन्न मत तथा व्याप्त भ्रम इसी कारण हैं कि विकास की वास्तविक क्रिया का अभी पूर्ण ज्ञान हमें नहीं है और जब तक इस क्रिया का, शरीर-विकास के पूरे तन्त्र का, पूरा-पूरा ज्ञान हमें नहीं होगा तब तक यह गड़बड़ी और विवाद चलते रहेंगे।

इवान्स को एक और बड़ी प्रतिष्ठा और सम्मान प्राप्त हुआ। वे तथा उनके सहयोगी जो हाथों लि और मिरियम सिम्पसन ने हाइपोफैसिस के अग्रभाग के एक छोटे हॉर्मोन को शुद्ध किया। यह हॉर्मोन अधिवृक्क-ग्रन्थि की बाहरी छाल को विकसित करता है तथा अपने से हॉर्मोन की उत्पत्ति करता है, जिसे कार्टिजोन कहते हैं। इसे ए० सी० टी० एच० (ACTH) कहकर भी पुकारते हैं। १९४६ ई० में इसके द्वारा सन्धिवात तथा गठिया-ज्वर के सफल उपचार से संसार में बिजली-सी दौड़ गयी। सन्धिवात के श्यातिप्राप्त सफल डॉक्टर फिलिप हेन्च तथा जीव-रसायन के विद्वान् एडवर्ड केण्डल, जिन्होंने थाइरोक्सिन और बाद में कार्टिजोन को अलग कर शुद्ध साफ किया, सन्धिवात तथा गठिया-ज्वर का अचूक उपचार इन दवाओं से करने लगे। १९५० ई० में इन दोनों को ओपधि के लिये नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया और कार्टिजोन द्वारा सन्धिवात का उपचार कर जनता के दुःख दूर करने के लिए इन्हें सम्मानित किया गया।

इवान्स का यह शुद्ध द्रव्य आरमर कम्पनी ने संयुक्त राज्य की सभी प्रमुख अन्तःस्थावी निदानशालाओं को मुलभ कर दिया। कार्टिजोन का सत्त्व प्राप्त करना बड़ा कठिन था। इसकी एक ग्राम मात्रा प्राप्त करने के लिए लगभग

१ लाख ८० हजार भेड़ों को मारना पड़ता था और उनकी अधिवृक्क ग्रन्थियाँ निकालनी पड़ती थी । ए० सी० टी० एच० की इतनी मात्रा के लिए कई हजार सूअरों की पीयूषग्रन्थियाँ निकालनी, छीलनी, साफ करनी होती थी । यह बहुत समय लेने वाला और व्ययसाध्य तरीका था और इसलिये आवश्यक हो गया कि इसे कृत्रिम विधि से प्राप्त किया जा सके ।

घड़ी तत्परता के साथ इस जीवनदायी तत्त्व के निर्माणकार्य में रासायनज्ञ जुट गये । राबर्ट बुडवर्ड, जिन्होंने केवल बीस वर्ष की ही अवस्था में मंसाचु-सेट्स के उद्योगविद्या-संस्थान से डॉक्टर की उपाधि प्राप्त की थी, बाजी मार ले गये और उन्होंने कार्टिजोन का उत्पादन सफलता से कर लिया ।

किन्तु ए० सी० टी० एच० को पकड़ पाना बड़ा कठिन साबित हुआ । मशिल्ट रसायन के बड़े जीवट वाले घुरन्धर लोग भी इसको काबू में न ला सके । १९५५ ई० में अनुसन्धान-कार्य में रत वैज्ञानिकों के दो दल अमरीकी स्यानामिड कम्पनी में कार्य कर रहे थे तथा इवान्स प्रयोगशाला में चो हाओ लि के निर्देशन में कार्यरत एक दल ने रिपोर्ट दी कि इसमें ५९ से अधिक एमिनो-ऐसिड तत्त्व, अणुओं की एक तन्वी माला के रूप में गुथे हुए हैं ।

अन्य बहुत से लोग हॉरमोन के क्षेत्र में जुटे हुए थे । सेन्ट लुई विश्वविद्यालय के श्रीपधि-संस्थान की प्रयोगशाला में एडवर्ड डोइजी ने जोण्डेक की मूल रिपोर्ट पढ़ी और इससे द्विवग्रन्थि अथवा अण्डाशय के हॉरमोन की तलाश में एक नयी दिशा मिली । अस्पतालों से डोइजी ने गर्भवती स्त्रियों का बहुत सा मूत्र एकत्र किया । नये-नये यन्त्र लगाकर वे लगभग पचास गैलन मूत्र को एक साथ काम में लाने लगे । छः वर्ष तक कई प्रकार की विलयन-क्रियाओं द्वारा इस तरल-सागर में से हारमोन निकाल सकने के प्रयत्न में वे सलग्न रहे और अन्त में एक प्रयत्न में प्रभावकारी द्रव्य निकालने में उन्हें सफलता मिली किन्तु वह एक का चालीस लाखवाँ हिस्सा ही था । १९२९ ई० में डोइजी ने घोषणा की कि द्विवग्रन्थि के हॉरमोन का शुद्ध मणिभीय रूप उन्होंने प्राप्त कर लिया है ।

इन नये हॉरमोन का नाम उन्होंने इस्ट्रोन रखा । कई और भी मादा सेक्स हॉरमोन एलफा-एस्ट्राडियोल और एस्ट्रियोल का पता भी डोयजी और उनके सहयोगियों ने लगाया । एस्ट्राडियोल प्रधान भ्रूवा सेक्स हॉरमोन है । इसके कारण यौवनारम्भ के समय स्त्रियों में धारीरिक परिवर्तन होते हैं । इमका उत्पादन अण्डाशय के कूपों के अन्दर कोषाणुओं द्वारा होता है और यह एस्ट्रोन से दस गुना अधिक शक्तिशाली होता है ।

अण्डाशय का दूसरा हॉरमोन प्रोजेस्टिरोन है । रोचेस्टर-विश्वविद्यालय में १९३० ई० में जार्ज कॉर्नर ने प्रोजेस्टिरोन, अपरिष्कृत सत्त्व रूप में निकाला ।

१९३४ ई० में युटेनाष्ट की तथा अन्य तीन प्रयोगशालाओं में इसे परिष्कृत किया गया और इसका सक्षिप्त रूप तैयार हुआ। यह गर्भाणय के अन्दर की त्वचा को तैयार करना है जिगमे अण्डाणु का निरोपण हो गके और भ्रूण के विकास के निमित्त पौष्टिक तत्व मिल गके। मादा में वम हॉरमोन अत्यधिक मात्रा में गर्भवती मादा पशुओं के मूत्र में और विशेषकर गर्भवती घोड़ियों के मूत्र में मुलभ है। इसका प्रयोग मफलता के माय हेमोफिलिया, बच्चियों की योनि के मोटेपन, असाधारण भासिक खाव, उ३ रजोनिवृत्ति के लक्षणों के समय जराजनित रोगों में, अनुर्वरता, समय पर यौवनारम्भ न होने पर, असाधारण शिशुता आदि रोगों के निदान के लिये किया गया।

अमरीकियों की इस असाधारण मफलता के बाद वे पुंस्त्वकारी हॉरमोन, एण्ड्रोजेन्स, की समस्या मुनझाने पर जोरों से लग गये। १९२३ ई० से ही शिकागो विद्वविद्यालय के कुछ वैज्ञानिक एफ० सी० कोच के निदेशान में इस शोधकार्य में लगे हुए थे। लेमुएल मैक्गी नामक एक कार्यकर्ता ने बँतों की अण्डप्रन्थि के ऊतकों को महीन काटकर मस्त्र निकालने में मफलता प्राप्त की। मुर्गों की अण्डप्रन्थि के निकाल देने से मुर्गा अधिक कोमल हो जाता है और दूधरे मुर्गों से अन्य कई और तरह से भिन्न हो जाता है। इस क्रिया का मानसिक प्रभाव होता है और लड़ाकू बहादुर मुर्गा, डरपोक, शान्त तथा मातृ-भाव वाला हो जाता है। उसके सिर पर की लाल चमकीली कलगी तथा उसके बड़े-बड़े रंगीन पर कम विकसित तथा कम चटकीले हो जाते हैं।

१९२७ ई० में मैक्गी ने इस सत्व का इन्जेक्शन ऐसे मुर्गों को लगाया जिस की अण्डप्रन्थि निकाल दी गयी थी। शीघ्र ही उसके सिर की कलगी तथा उसके पर अधिक विकसित तथा चटकीले चमकदार हो गये। मैक्गी का सत्व पुंस्त्वकारी हॉरमोन में निकाला गया था, और इसी कारण इन पुंस्त्वकारी गुणों का विकास हुआ। फिर कोच और उनकी पत्नी ने इसको परिष्कृत-परिमाजित कर शुद्ध स्फटिक रूप में लाने के प्रयत्न किये। १९३२ ई० में यूरोप से समाचार मिला कि परिष्कृत हॉरमोन स्फटिक-रूप में प्राप्त कर लिया गया है। इस बार एडोल्फ व्युटेनाष्ट, जो पहले मादा सेक्स हॉरमोन के सत्व के निकालने में डोइजी से पिछड गये थे, बाजी मार ले गये और विजयी हुए। उन्होंने इस हॉरमोन को मनुष्यों के गुर्दे के पानी से, न कि उनकी अण्डप्रन्थियों से प्राप्त किया था।

यह पुंस्त्वकारी हॉरमोन एण्ड्रोस्टिरोन, पुरुषों के मूत्र में रहता है और अण्डकोष का हॉरमोन नहीं है। अण्डकोष का हॉरमोन जो प्रधान पुंस्त्वकारी-

हॉरमोन है, उसे परिष्कृत स्फटिक रूप में हॉलेण्ड के ई० लैकर ने १९३५ ई० में प्राप्त किया। इसका नाम टेस्टोस्टेरोन रखा गया। यह दूसरा नर हारमोन एण्ड्रोस्टेरोन से कहीं अधिक शक्तिशाली और प्रभावपूर्ण है।

पहली बार विज्ञान के हाथ दो परिष्कृत अत्यन्त प्रभावपूर्ण पुंस्त्वकारी हॉरमोन लगे, जिससे सेक्स-ग्रन्थि की शल्यक्रिया द्वारा पुनर्जीवन के सिद्धान्त को परखने-जाँचने की सुविधा प्राप्त हुई। १८८६ ई० से ही सेक्स-ग्रन्थि की सहायता से पुनर्जीवन प्राप्त करने की घुन सोगो में ध्या चुकी थी। उसी साल चार्ल्स ब्रॉउन सिकाई ने, जो हार्वर्ड में पहले तंत्रिका-विकृति विज्ञान के प्राध्यापक थे, पेरिस में जीवविज्ञानशास्त्रियों की सभा में भाषण दिया। उन्होंने उपस्थित वैज्ञानिकों को बताया कि किस तरह उन्होंने पुनर्जीवन की लालसा में कुत्तों की ग्रन्थि के स्त्राव के अपरिष्कृत जलीय सत्व के इन्जेक्शन लिये। इस उपचार से वृद्धावस्था के प्रभाव का निवारण हुआ। इसके फलस्वरूप रातों-रात ग्रन्थिचिकित्सकों तथा पुनर्जीवन के विशेषज्ञों की बाढ़-सी आ गयी। पुनर्जीवन सम्बन्धी यह पागलपन सयुक्त राज्य में १९१६ ई० के आस-पास अत्यधिक बढ़ गया था और वियेना के सर्जन बोरोनोफ तथा पेरिस के यूजेन स्टाइनाक के परीक्षणों की बड़ी चर्चा और धूमधाम थी। बधिया घोड़ों, बैलों, बकरो तथा भेड़ों पर प्रारम्भिक परीक्षणों के बाद बोरोनोफ ने कहा : "१९३० में मानवीय शरीर के बहुत से 'पुर्जे' मुझे बन्दरो की विकसित स्पीशीज में मिले और १९१३ तथा १९२८ के बीच मैंने करीब एक हजार लोगों के शरीर में जानवरों के अंग लगाये।"

सेक्स हॉरमोन की खोज के बाद स्टाइनाक ने बन्दरो की ग्रन्थियों की शल्य-क्रिया जिसमें काँट-छाँट करनी पड़ती थी, छोड़ दी और एस्ट्रोजेन तथा टेस्टोस्टेरोन के सरलता से इन्जेक्शन लगाने शुरू कर दिये। किन्तु फिर भी वृद्धों में जीवन का उत्साह, शक्ति और जोश लाने की समस्या बनी ही रही। स्टाइनाक ने कहा : "स्टाइनाक और बोरोनोफ इस भ्रामक धारणा में पड़ गये कि सेक्स ग्रन्थि के ह्रास के कारण ही वृद्धावस्था आरम्भ होती है। यह बड़ी भूल है। यह केवल एक लक्षण है, कोई विश्वसनीय कारण नहीं। बूढ़े तथा घोड़े और भुगों, जिनके ग्रन्थिकोष काट दिये जाते हैं, वे क्षीघ्रता से वृद्ध नहीं होते।"

हॉरमोन-अन्वेषण का कार्य घुआंधार रीति से हुआ, बहुत बड़ा और लिंग-निर्धारण के जीन अथवा एक्स-वार्ड क्रोमोसोम की प्रक्रिया के सिद्धान्त को भी, जिसका प्रदर्शन टी० एच० मॉरगन के आनुवंशिकी के विशेषज्ञों के गुट ने किया था, अपनी लपेट में ले लिया। उन्होंने इस सिद्धान्त की वास्तविकता के ... में बड़े-बड़े सुवृत्त इकट्ठे कर लिये, विशेषकर ड्रोसोफिला के सम्बन्ध

आज भी विज्ञान लिंग-निर्धारण के किमी एक गर्वमम्मत मिद्धान्त में कोसों दूर है और स्थिति यह है कि क्रोमोसोम के गुण तथा शरीर की सभी ग्रन्थियों की प्रक्रिया ही लिंग-निर्धारण का कार्य करती है। मानवीय शरीर तथा अन्य जन्तुओं के लिंग-निर्धारण का आधार निश्चय क्रोमोसोम से ही होता है। स्पष्ट रूप से यदि भ्रूण की प्रत्येक कोशिका में दो एक्स क्रोमोसोम हों तो फिर विकसित होकर वह मादा बनेगी और यदि एक एक्स और एक बार्ड क्रोमोसोम हों तो नर। और फिर ये क्रोमोसोम लिंग-विकास को कैसे प्रभावित करते हैं, यह अब तक रहस्य ही बना है। हम यह अवश्य जानते हैं कि लिंग-विकास के निकटतम कारणों में एक सेबस हॉर्मोन है। विविध ग्रन्थियों के पारस्परिक प्रभाव के बारे में भी बहुत-कुछ जानते हैं। एक अत्यन्त विषम प्रतिपुष्टि की विशिष्ट क्रिया द्वारा एक ग्रन्थि दूसरी ग्रन्थि को संचालित करती है। सभी एक-दूसरे का सन्तुलन बनाये रखती है। फिर भी हमें यह विस्तृत नहीं मालूम कि क्रोमोसोम किस प्रकार हॉर्मोन की उत्पत्ति अथवा लिंग-सम्बन्धी किसी पक्ष को प्रभावित करता है।

१९३२ ई० में हरबर्ट जेनिंग ने लिंग-निर्धारण की समस्या को इन शब्दों में स्पष्ट किया था, "विकास की अवस्था में जीन के बहुत से अमर उन हॉर्मोनों की उत्पत्ति के कारण होते हैं, जिनका गूजन वे करते हैं। जीन से हॉर्मोन विद्यमान है, यह इस पर निर्भर करता है कि प्रारम्भ में किस वर्ग के जीन वहाँ थे।"

अन्त स्त्रावी विज्ञान ने एक नयी शीपधि और एक नये मनोविकार-विज्ञान को जन्म दिया है, जो अभी शैशवावस्था में है। मनोविकार-विज्ञान के क्षेत्र में स्टोकाड ने कुछ सुवृत पेदा कर यह प्रदर्शित किया कि ग्रन्थियों तथा शक्ति में पारस्परिक सम्बन्ध है। कोरनेल बिद्वविद्यालय के प्रायोगिक आकृति-विज्ञान सम्बन्धी फार्म में, कुत्तों के साहचर्य में उन्होंने देखा कि विशिष्ट व्यक्तित्व, अधिकतर वशगत होता है। किन्तु प्रायः सभी मामलों में इनका सम्बन्ध अन्त-स्त्रावी ग्रन्थियों की विचित्र प्रतिक्रियाओं से होता ही है। खास किस्म के कुत्तों में अगघात का कारण एक विशेष ग्रन्थीय विषमता है। यह भी दिखाया गया कि स्नायविक प्रणाली का प्रभाव लिंग-ग्रन्थि पर पड़ता है। कुछ लोगों की दृढ धारणा है कि भविष्य में शरीरविज्ञान ऐसे तरीके निकाल लेगा जिससे व्यक्तित्व का परिवर्तन हॉर्मोन के जरिये किया जा सके। बुद्धिमान लोग ऐसे यत्र बनाने की बात नहीं करते जिसके द्वारा प्रकृति और स्वभाव आवश्यकता-नुसार बनाये जायें, नीच, औंधी, मूर्खों के स्थान पर दयालु, संयत, योग्य पुरुष का निर्माण। परन्तु जहाँ भी थोड़ा-सा प्रकाश मिलता है वही काम जोरों से

प्रारम्भ कर दिया जाता है, इस आशा में कि जीवन को प्राणिविज्ञानं पूरी तरह काबू में कर सके ।

हॉर्मोन के अतिरिक्त और भी चीजें हैं जो स्वस्थ और मजबूत को प्रभावित करती हैं । विटामिन का अध्ययन और पौष्टिक भोजन के सम्बन्ध में, ज्ञान, ये अमेरिकी शोधकार्य में गौरव का प्रतीक है । हॉर्मोन की तरह ही इस क्षेत्र में भी अमेरिका के वैज्ञानिकों का योगदान विशेष महत्त्व का है । इवान्स उन इने-गिने लोगों में से है जिन्होंने दोनों ही क्षेत्रों में क्रान्तिकारी कार्य किया है और मार्गदर्शन किया है । उन्होंने हॉर्मोन के अध्ययन में अविस्मरणीय योगदान ही नहीं किया, अपितु विटामिन के क्षेत्र में अपने अन्वेषणों तथा सफलताओं से ज्ञान की परिधि बढ़ा दी है । उन्होंने अपना कार्य केवल रसायनज्ञ की तरह ही नहीं किया, वरन् शरीर-विज्ञान के सभी सम्बद्ध विषयों पर दृष्टि रखते हुए कुशल शरीर-शास्त्री के रूप में अपना शोधकार्य किया ।

इवान्स ने विटामिन के अध्ययन का प्रारम्भ कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय के प्रायोगिक शरीर-विज्ञान-संस्थान में चूहों के मधुन के कालचक्र की खोज के साथ किया । जन्तुओं का आहार उनके मधुन-चक्र को प्रभावित करता है, इस सम्भावना से उन्होंने इस विषय में रुचि ली । प्रथम विश्वयुद्ध में अमेरिका के शामिल होने के तीन वर्ष पहले विसकोन्सिन विश्वविद्यालय में मैककोलम ने विटामिन ए और बी का पता लगा लिया था । मैककोलम ने इन विटामिनो से सम्पुष्ट ऐसे आहार बना दिए थे जिन्हें इवान्स अपने चूहों को खिलाते थे । इवान्स को यह देखकर आश्चर्य हुआ कि इस आहार पर पले चूहे स्वाभाविक कालचक्र से मधुन करते हैं, गर्भ धारण करते हैं किन्तु स्वाभाविक रूप से गर्भ में भ्रूण विकसित नहीं हो पाता । विकासशील भ्रूण हर बार मर जाता है । विटामिन ए और बी दोनों ही इस विचित्र गर्भाशय के भीतर होने वाली मृत्यु को रोक नहीं पाते ।

अब तो ऐसे आहार की खोज प्रारम्भ हुई जिससे गर्भाशय का भ्रूण ठीक-ठीक विकसित होकर जन्म ले सके । सलाद के ताजे पत्ते और अलफालफा के पत्तों में यह आवश्यक तत्व मौजूद मालूम हुआ, क्योंकि चूहों के आहार में इनको मिला देने पर अनुर्वरता समाप्त हो गयी । गेहूँ के दाने भी सबल पाये गये । गेहूँ के दानों के चमकदार तेल की एक बूँद से ही देखा गया कि चूहों की उर्वर शक्ति बढ़ गयी । इवान्स ने प्रतीक्षा की तब तक, जब तक कि उन्हें यह निश्चय नहीं हो गया कि आहार की यह कमी, जिसका एकदम कोई ज्ञान, नर चूहों को अनुर्वर बनाती है, तथा मादा चूहों के गर्भाशय में मृत्यु का कारण है । और तब १९२२ ई० के दिसम्बर में

एक्स के खोज की घोषणा की। इसका नाम बदल कर वाद में विटामिन ई कर दिया गया।

इम अन्वेषण का औरतो पर प्रयोग करने का विचार इवान्स को ही नहीं, कई और लोगो को भी हुआ। उन्होंने उन हजारों नारियों के बारे में सोचा, जो यो तो स्वस्थ हैं, किन्तु प्रजनन के पहले ही अपने बच्चों से हाथ धो लेती हैं। यद्यपि इवान्स ने अपने विटामिन ई के सम्बन्ध में यह दावा नहीं किया कि वह स्त्रियों पर सफल होगा, लेकिन डेनमार्क के डाक्टर बोटमुलर ने विटामिन ई का कुछ ऐसी गायों पर प्रयोग किया जिनके बच्चे पेट में ही मर जाते थे और उन्हें सफलता मिली। और तब जुलाई १९३१ में चिकित्सा की अंग्रेजी पत्रिका लान्सेट में उन्होंने अपने प्रयोगों की चर्चा की। पहला प्रयोग चौबीस वर्षीया एक महिला पर किया जिसके चार बच्चे गर्भ में ही मर गये थे। इस उन्होंने गेहूँ का तेल खाने को दिया और फिर जो गर्भ रहा वह सकुशल विकसित हुआ और स्वस्थ बच्चे को उसने जन्म दिया। दूसरा प्रयोग उन्नीस-वर्षीया महिला पर किया जिसके पहले बच्चे के बाद लगातार चार गर्भपात हुए। इस महिला को दो चम्मच गेहूँ का तेल प्रति सप्ताह खाने के साथ दिया गया और इसके साथ ही पहली स्त्री की भाँति सफलता मिली। और भी कुछ लोग माताओं के लिए विटामिन ई आवश्यक मानते हैं, किन्तु चिकित्सा का संसार अभी शंकालु है तथा अधिक विश्वसनीय तथ्यों की प्रतीक्षा में है। कोलम्बिया-विश्वविद्यालय के हेनरी शारमन को ऐसे सद्बत मिले जिनसे उन्होंने देखा कि विटामिन ए का अभाव भी प्रजनन-क्रिया को कम करता है। इसलिए विटामिन ई प्रजनन का अनिवार्य विटामिन कदापि नहीं है किन्तु इसमें प्रजनन के लिए आवश्यक रसायनों में से एक अवश्य है।

विटामिन ई तथा प्रजनन के सम्बन्ध की समस्या अभी स्पष्ट नहीं हुई है। इवान्स के अनुसार, कई वे सवाल और समस्याएँ जिनका उत्तर और निदान प्राप्त करना है, वे हैं इस विटामिन की भ्रूण के विकास में क्या भ्रिया होती है? ई के अभाव में दुधमुँहे बच्चे क्यों मर जाते हैं और फिर आप से आप कैसे उनकी रक्षा होने लगती है? अस्पतालों में क्या ऐसा ही वातावरण और परिस्थितियाँ हैं? इन प्रश्नों के उत्तर पाने के लिए इवान्स और उनके सहयोगी कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय की चूहे की बस्ती पर निरन्तर प्रयोग करते रहे।

इसी बीच कोपेनहेगन-विश्वविद्यालय के जीव-रसायन के संस्थान ने १९३५ ई० के प्रारम्भ में यह सूचना दी कि उनके एक शोध-कार्यकर्ता हेनरिक डेम ने मृगियों के लिए आवश्यक एक अन्य चर्बी गलाने वाले विटामिन का अकान्टम

प्रमाण पा लिया है। उन्होंने इस विटामिन को सूअरों के जिगर, चर्बी, दालों और टमाटर में पाया है। हरी पत्तियों में यह अधिक पाया जाता है। इस विटामिन के दाने यदि मुर्गी के वच्चों को खिलाये जायें तो उनका रक्त-साव बन्द हो जाता है। स्केण्डिनेविया और जर्मन का शब्द कोएगुलेशन्स विटामिन से इसका नाम विटामिन 'के' रखा गया।

इसका परिष्कृत रूप प्राप्त करने के लिए प्रयत्न होने लगे। १९३८ ई० में सिडनी थेयर और एडवर्ड डोयजी ने विटामिन 'के' को रगहीन स्फटिक के रूप में प्राप्त कर लिया। यह कार्य सेण्ट लुई विश्वविद्यालय के चिकित्सा-विभाग के अन्तर्गत जीव-रसायन भाग में सम्पन्न हुआ। और बाद में मछलियों के सड़े-नाले खाद्य-पदार्थ से विटामिन 'के_२' प्राप्त किया गया। डोयजी और उनके सहयोगियों ने १९३९ ई० में इस विटामिन को संश्लिष्ट भी कर लिया और चार साल बाद कोपेनहेगन के डैम के साथ नोबेल पुरस्कार प्राप्त किया।

जब इवान्स विटामिन के क्षेत्र में आये तब तक अमरीकियों ने बहुत काफी इस क्षेत्र में प्रगति कर ली थी। आरम्भिक कार्य और प्रगति का कारण यह चिन्ता थी कि दूध और अच्छे मांस के लिए जानवरों को कैसा आहार दिया जाय। सरकारी कृषि के प्रयोग-केन्द्रों में सर्वप्रथम यह शोधकार्य आरम्भ हुआ।

विस्कोन्सिन विश्वविद्यालय के कृषि के प्रायोगिक केन्द्र में ही प्रमुख आरम्भिक शोधकार्य हुआ। वही पुराने प्रदन अब भी थे और उत्तर कोई नहीं था। यदि रासायनिक तत्व और ऊर्जा का मूल्य वही हो तो फिर कैसा ही आहार दिया जाय, इसमें क्या कोई अन्तर है? शायद यह सजीव प्राणी उस भट्टी से तो अच्छा ही है जिसमें आवश्यक ताप के लिए निश्चित मात्रा में कोयला भोंक दिया जाता है। यह मानना तर्कसंगत मालूम पड़ता है कि किसी विशेष आहार के कुछ ही तत्व स्वास्थ्य के लिए आवश्यक है। क्या यह सत्य नहीं कि किसी जानवर के एक प्रकार का आहार ही पेट भर खाते रहने से वह रोगी बन सकता है अथवा किसी विशेष तत्व के अभाव में मर भी सकता है?

स्टीफेन बैबकोक ने उस समय के सभी सिद्धान्तों की परीक्षा करने का एक प्रयोग निकाला। उन्होंने स्वयं अनुभव किया कि ऊष्मीय मान ही सम्पूर्ण क्या नहीं है। विश्वविद्यालय के चारों ओर वैसे किसान निरन्तर यही प्रश्न करते थे कि जानवरों को क्या आहार दिया जाय। यह एक सीधा

सवाल था जिसका उत्तर अमरीकी विज्ञान को देना है । इसलिए जो कुछ भी घटना घटी, अथवा अमरीका के वैज्ञानिकों को उनके जीवन के रोमांचकारी अनुभवों को प्राप्त करने के लिए जो कुछ करना पड़ा, उस सब के पीछे विज्ञानों का वह सीधा-सादा प्रश्न ही था ।

१६०७ के आरम्भ में प्रयोग शुरू हुए और एडविन हार्ट इस काम पर लगाये गये । गायों के बच्चों के चार दलों को अलग-अलग आहार पर रखा गया । एक को गेहूँ खिलाया गया, दूसरे को मक्का, तीसरे को जौ, और चौथे को तीनों का मिश्रण । बड़ी सतर्कता से किये गये रासायनिक परीक्षण और माप-तोल से यह निश्चय हो गया कि सभी दलों को एक से रमायन और एक निश्चित मात्रा की ऊष्मा ऊर्जा प्राप्त होती है । इन बच्चों के आहार की ही मापतोल नहीं होती थी, किन्तु इनके गोबर और गोमूत्र की भी माप-तोल की जाती थी । इस सारी प्रक्रिया का अधिक कार्य एलमर मैक्कोलम को दिया गया, जो हाल ही में यहाँ आये थे ।

प्रतिदिन प्रातःकाल सभी लोग एकत्र होकर कार्य की प्रगति पर विचार करते थे । मैक्कोलम की रुचि अवश्य थी किन्तु किसी तरह इस समस्या को सुलझाने के इस तरीके के प्रति उनका मन शकालु था और वे किसी अन्य सरल तरीके से ही इस समस्या को सुलझा पाना ठीक मानते थे । जो खोज की जा रही थी, वह बड़े काम की और उपयोगी अवश्य थी और यह भी आशा निर्मूल नहीं थी, कि अत्यन्त मनोरंजक ज्ञानवर्द्धक नयी सूचनाएँ भी हमने प्राप्त होंगी, किन्तु इस खोज से पीछे आहार की बड़ी समस्या का निदान नहीं हो सकता । मैक्कोलम का विचार था कि अन्वेषक जो छोटे जन्तुओं पर प्रयोग कर रहे थे, उन्हीं का काम ठीक दिशा में हो रहा है । उन्होंने फिर एक दूसरे प्रकार का परिवर्तन किया । जानवरों के आहार में ऐसी कोई भी वस्तु न हो जो शुद्ध रासायनिक तत्त्व न हो और जिसके प्रायः सभी तत्त्वों का निश्चित ज्ञान न हो ।

१६०७ के अन्त में, विस्कोन्सिन आने के कुछ महीनों बाद उन्होंने अपने परीक्षणों के लिए चुहों की एक वस्ती बनाई । इन केन्द्रों के निदेशक मात्थस सिद्धान्त के अनुयायी थे और मैक्कोलम की इस योजना के प्रति उनकी कोई सहानुभूति न थी । विद्यालय के अध्यक्ष भी इस समस्या के हल करने के मैक्कोलम की इस नयी योजना के विरोधी थे । किन्तु बैबकोक मैक्कोलम की प्रयोगशाला में आये, एक ऊँचे तिरपाये पर बैठ कर इस नवयुवक की योजना को उन्होंने देखा और परखा, और अपनी पनी दृष्टि से उनकी कार्यविधि को परख कर अपनी स्वीकृति दे दी । इस तरह मैक्कोलम ने अपने परीक्षण जारी

नम्बर का चूहा अस्सी दिनों तक शुद्ध केसीन, श्वेत सार, दुग्धशर्करा, नमक तथा सूअर की चर्बी के आहार पर पला। फिर एकाएक चूहे के वजन में कमी होने लगी। थोड़ा-सा फिर मक्खन का सत्त्व उसके आहार में मिलाया गया और शीघ्र ही उसके वजन में सुधार होने लगा। आगामी पैंतीस दिनों में उस चूहे का वजन ५० ग्राम बढ़ गया। मैक्कोलम ने तब मक्खन के स्थान पर अण्डे की जर्दी का सत्त्व उसके आहार में दिया और इससे विकास-क्रम बढ़ता ही रहा लेकिन जब जैतून के तेल का सत्त्व मिलाया गया तो विकास का क्रम रुक ही गया। मैक्कोलम ने इससे यह नतीजा निकाला कि चर्बी और तेल, रासायनिक तत्त्वों में थोड़ा भिन्न होते हुए भी, शरीर के विकास के लिये इनकी शक्ति में बड़ा अन्तर है क्योंकि इनके अन्य सत्त्वों में एक ऐसा भी तत्त्व है जिसे हम नहीं जानते—चर्बी में घुलनशील विटामिन ए।

दो वर्ष बाद, मैक्कोलम ने एक दूसरे विटामिन को खोज निकाला। यह उन्होंने उस पानी से निकाला, जिसमें से दुग्धशर्करा का सत्त्व निकाला जा चुका हो। यह एक ऐसा रसायन सावित हुआ जिससे मनुष्य बेरीबेरी रोग से मुक्त हो सकते थे। मैक्कोलम ने इस नये तत्त्व को पानी में घुल जाने वाला विटामिन बी कहा। विटामिन के सम्बन्ध में फँसा हुआ भ्रम अब बहुत कुछ साफ हुआ। अवश्य ही कुछ ऐसे रसायन हैं, जिनकी थोड़ी मात्रा में ही क्यो-न हों, स्वास्थ्य के लिये आवश्यकता होती है। मैक्कोलम ने ऐसे दो सत्त्वों का पता लगा लिया था। १९१२ ई० में ए० होस्ट ने तीसरे विटामिन, सी, का पता लगाया, जिसमें स्फूर्वी की रोकथाम होती है।

दूसरे विटामिनों की भी खोज हुई। १९२२ ई० के अगस्त में मैक्कोलम ने चर्बी विलेय विटामिन डी की खोज की घोषणा की। इसे उन्होंने मछली के जिगर के तेल से प्राप्त किया और इस विटामिन द्वारा मूला रोग का उपचार सम्भव हुआ। दूसरे ही साल तीन ब्यक्तियों ने अलग-अलग स्वतंत्र रूप से कार्य करके, करीब-करीब एक साथ ही एक बड़े विस्मयकारी सश्लेषण के कार्य की घोषणा की। न्यूयार्क के एल्फ्रेड हेस, लिस्टर इन्स्टीट्यूट, सन्दन के गोल्ड-प्लेट और मेडिसन, विस्कॉन्सिन के हेरो स्टीनबोक ने विटामिन डी की कमी वाले भोजन पर, परावर्गनी प्रकाश डाला और इससे यह भोजन सूर्य किरण की रसायन से मुक्त स्वास्थ्यप्रद भोजन बन गया।

भार्ची ब्लैंक की सहायता में स्टीनबोक ने बड़े सरल तरीके से यह कार्य किया। उन्होंने घँधेरे कमरे में चूहों को पाला और उन्हें ऐसा आहार दिया जिससे मूला रोग हो जाय। चूहों को शीघ्र ही मूला रोग हो गया। स्टीनबोक ने तब उनके आहार को प्रकाश में रखा और फिर उस घँधेरे कमरे में बन्द

हाहार दिया। इससे चूहे सूखा रोग से मुक्त हो-
 उरीका मनुष्यों के भोजन पर, जिनमें विटामिन
 चूहों को वही यह प्रकाशित और उनकी यह प्रक्रिया यहाँ भी सफल साबित
 गये। तब स्टीनबोक ने यही को स्वार्थी और लोभी व्यापारियों से बचाने के
 डी का अभाव था, अपनाया। भोजन की विटामिन डी की शक्ति बढ़ाने की
 हुई। तब स्टीनबोक ने जनता युक्त राज्य का पेटेण्ट नम्बर १६८०८१८ जो
 उद्देश्य से, प्रकाशविम्बों द्वारा अपने नाम रजिस्टर कराया था, उसे उन्होंने
 क्रिया का पेटेण्ट ले लिया। के नाम कर दिया और इसकी आय शोध-
 उन्होंने २० जून, १९२४ व

विस्कोन्सिन विश्वविद्यालय इन को कई लाख डालर की आय रायल्टी (स्वत्व
 प्रतिपत्ता को दे दी।

क्योंकि कितनी ही खाने की चीजें बनाने वाली
 इस पेटेण्ट से शोध-प्रतिष्ठ का उपयोग करने लगी थी। इस आय से शोध
 धुल्क) के रूप में होने लगी,। लगभग एक दर्जन अमेरिका के दूसरे विश्व-
 कम्पनियाँ स्टीनबोक की विधि। इसी आय को जो उन विश्वविद्यालयों के शोध-
 कार्य को बढ़ावा दिया जाता है पेटेण्टों से प्राप्त होती है, शोधकार्य के प्रोत्साहन
 विद्यालय स्वत्वधुल्क की इस शोधकार्य में रत वैज्ञानिकों की यह व्यवस्था
 कर्ता प्राध्यापको के अन्वेषणों के कारी और अच्छी है, फिर भी इसके विरुद्ध
 में ही लगा देते हैं। अन्य अनेक अनुसंधान, समस्त मानव समाज की सम्पत्ति
 सामाजिक दृष्टि से बड़ी लाभचिह्न है।

आवाजें उठती है, कि विज्ञान के यों अमरीकी वैज्ञानिक जुटे। औषध-विज्ञान, शरीर
 हैं और इनका पेटेण्ट करना अनुष-विज्ञान संबन्धी अन्वेषक वैज्ञानिकों ने विटामिन-

विटामिनों की खोज में बीस लिये। १९११ ई० में सैतालीस लेख लिखे गये,
 विज्ञान, रसायन-विज्ञान तथा कृति शोध कार्य पर ही पन्द्रह सौ लेख प्रकाशित
 के सम्बन्ध में बड़ी सख्या में लेख रहे, कुत्ते, कबूतर और सूअरों की हत्या की
 किन्तु १९३० ई० में विटामिन बनाएँ की गयी, विटामिनों के पारस्परिक सम्ब-
 हुए और न जाने कितने हजार शूरमोन के सम्बन्धों, साधारण उपापचयन के
 गयी। हर प्रकार की नई प्रस्तावारीरिक स्वास्थ्य तथा पूर्णायु के साथ सम्बन्ध
 न्ध के विषय में, इनकी और व द्वारा मनोनीत एक समिति ने विटामिन की
 साथ, संक्रामक रोगों, साधारण व निर्धारित कर दिये और विटामिनो के सत्व,
 के विषय में। लीग ऑफ नेशन्स कितनी ही प्रयोगशालाओं को मुफ्त वाटे।।
 शक्ति के अन्तर्राष्ट्रीय मानदण्ड कार्य में जोरो से लग गया था।

विटामिन सम्बन्धी शोधकार्य में बड़े कारखाने और कम्पनियाँ भी इस ओर
 सारा ससार विटामिन सम्बन्धी उन्होंने अपनी-अपनी खाद्य सामग्री की विटामिन-

तैयार भोज्य पदार्थ के बड़े
 आकृष्ट हुई। बिना परीक्षण के उ

वर्षों से चिकित्सकों ने श्वास, गठिया, मूच्छा, स्नायविक दुर्बलता, सर्दी, दिल की बीमारी, और जरा आदि के उपचार में विशेष प्रकार के भोजन पर बल दिया है। विटामिन के प्रचार से, भोजन द्वारा उपचार के कार्य को अत्यधिक प्रोत्साहन मिला। कई तरह के रोगों में अब विटामिन की गोलियाँ दी जाने लगी हैं। उदाहरणस्वरूप, पायरिया तथा रक्त-स्राव के उपचार में विटामिन 'सी' की गोलियाँ दी जाती हैं।

जब बीसवीं शताब्दी का पूरा इतिहास लिखा जायगा, तब इसका उल्लेख होगा कि विज्ञान ने कैसे करोड़ों लोगों के भोजन में परिवर्तन किया। पुराना खाना था कि पेट किसी तरह भरना चाहिए। भोजन के रासायनिक तत्व की परवाह नहीं की जाती थी। नया विचार अब यह है कि शरीर में, स्वस्थ विकास के लिए आवश्यक सत्त्वों को पहुँचाना चाहिये।

पौष्टिक आहार के नये विज्ञान की मदद से आज चार प्रकार के भयानक रोग मानव-समाज से हमेशा के लिये निकाल दिये गये हैं : बेरीबेरी, मूखा, बच्चों की स्कर्वी तथा पैलाग्रा। विज्ञान ने मनुष्य की औसत आयु पन्द्रह वर्ष बढ़ा दी है और मनुष्य को पहले से अधिक लम्बा तथा सशक्त कर दिया है। मानव-इतिहास में इस महत्वपूर्ण प्रगति का श्रेय अनेक अमरीकी वैज्ञानिकों को है, जिनमें विशेषकर दो का योगदान क्रान्तिकारी है। ये वैज्ञानिक हरबर्ट मैक्लीन इवान्स और एलमर वरनन मैक्कोलम हैं।

इवान्स आज भी पीयूषग्रन्थि के अग्रभाग की अपनी परिकल्पना के साथ जुझ रहे हैं और अपने सहयोगियों के साथ इसके रहस्यों के उद्घाटन में संलग्न हैं और उन्होंने विटामिन सम्बन्धी शोधकार्य ही बन्द नहीं किया है। मैक्कोलम अत्यधिक यश और कीर्ति तथा सम्मान के साथ १९४६ ई० में जॉन्स हॉपकिन्स विश्व-विद्यालय के जीव-रसायन के प्राध्यापक के पद से सेवामुक्त हो गये। एक आँख एकदम खराब हो गयी है और दूसरी की ज्योति भी बहुत कम हो गयी है, फिर भी उन्होंने पौष्टिक आहार सम्बन्धी शोधकार्य का इतिहास लिखने की ठान ली। अपने ७८ वें वर्ष में उन्होंने यह कार्य भी पूरा कर दिया, जब कि हॉर्मोन तथा विटामिन के रोमाचकारी क्षेत्र में अब भी नये-नये अन्वेषण हो रहे हैं।

एडविन पवेल हुवल

(१८८६-१८५३)

अमरीकी विज्ञान के विशालकाय यंत्र
और बड़े बड़े संस्थान

नव विज्ञानों में ज्योतिर्विज्ञान ही वह विज्ञान है, जिसका मूल्य पहले अमेरिका में बिक्रम हुआ। बहुत से पादरी यूरोप में आकाश-दूरबीन ले आये थे और बड़े उमाह-उमग से अपना सगोलीय मनोरंजन करने थे। परम पिता परमेश्वर और उनके विस्तृत आकाश की गौरव-भरिमा बताने के लिए अपने गिरजाघरों के भाषणों में वे ज्योतिर्विज्ञान की बातों का वर्णन करते थे। उपनिवेश के दिनों में ही ज्योतिर्विज्ञान का शौकिया अध्ययन करने वाले लोग इस विज्ञान में रन इन कारण लेते थे, क्योंकि यह समुद्र-यात्रा से बड़ी निकटता में सम्बद्ध है और उपनिवेशी अमरीकी लोगों के लिए समुद्र-यात्रा अनिवार्य थी।

१८२६ ई० में नेथेनियल वाउडविच, इंग्लैंड के प्रतिष्ठित ज्योतिर्विद् जान हर्शल की सिफारिश पर रायन एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी के पहले अमरीकी सदस्य चुने गये। बीस वर्ष के उपरान्त हार्वर्ड वेधशाला के प्रथम निदेशक विलियम बोंग्ड इसी वैज्ञानिक संस्थान के सहयोगी बनाये गये। इसी अवसर पर राँयल एस्ट्रोनॉमिकल सोसाइटी के अध्यक्ष ने कहा : "सयुक्त राज्य के अमरीकी, ज्योतिर्विज्ञान में यद्यपि देर से रुचि ले रहे हैं, फिर भी उन्होंने इस विज्ञान का अध्ययन अपने स्वाभाविक वेग और उत्साह के साथ प्रारम्भ कर दिया है और अब अपने गुरुओं को भी सिखा देने की अपनी योग्यता का उन्होंने परिचय दे दिया है।"

१८६० ई० में अमरीका ने ससार को बड़ी आकाश-दूरबीन के सर्वोत्तम निर्माता अलवेन क्लार्क को दिया और फिर दूसरी आकाश-दूरबीन के निर्माण में नये-नये कौशल के साथ दूसरे लोग भी आये। जान ब्रासोयर लोहे का काम करते थे, और फिर शीशा घिसने का काम करने लगे। उन्होंने यह सब छोड़-

थी। १६६५ ई० की भयंकर प्लेग के समय लन्दन के बाहर इन्होंने प्राण ली थी और तभी इन्होंने मुल्लाकर्पण के सिद्धान्त का पता लगाया, जिगमे ब्रह्माण्ड भर के ग्रहों की रहस्यमय गति की स्पष्ट व्याख्या सम्भव हुई। गैरानियों की सूक्ष्म बुद्धि भी इस रहस्य को नहीं सुलझा सकी थी।

और फिर बड़ी तत्परता और वेग के साथ उन अतस्य नक्षत्रों के अध्ययन के प्रयत्न हुए, जो ग्रहों के उम पार टिमटिमाने रहते हैं। इन अज्ञेय क्षेत्र में संलग्न वैज्ञानिकों में सर्वश्रेष्ठ विनियम हर्शल थे जो युद्ध की विभीषिका से बचने के लिए इंग्लैंड भाग आये थे। जीविकोपार्जन के लिए संगीत की शिक्षा देते-देते, पतीस वर्ष की अवस्था में वे ज्योतिष की ओर आकृष्ट हुए। वे जीवन भर शौकिया तौर पर आकाश के तारे ही देखते रह जाते, यदि १३ मार्च १७८१ को उन्होंने एक नये ग्रह यूरेनस का अन्वेषण न कर लिया होता। इस अन्वेषण से उन्हें यश मिला, इंग्लैंड के सम्राट् की कृपा प्राप्त हुई, और एक अत्यन्त धनी पत्नी मिली।

हर्शल ने बड़े-बड़े दर्पण स्वयं अपने हाथों से रगड़-रगड़ कर बनाये। १९ इंच के परावर्ती दूरदर्शक या दूरबीन की सहायता से हर्शल ने समूचे आकाश का ध्यान से अध्ययन किया और उन्हें सैकड़ों नये तारे एक साथ बहुत-बहुत पास-पास दिखायी दिये। १७८४ ई० में उन्होंने रॉयल सोसाइटी को बताया कि "यह आकाश-गंगा बड़ी दूर दक फैला हुआ तारों का स्तर है और हमारा सूर्य और समस्त सौरमण्डल आकाशगंगा का एक भाग ही है।"

गैलीलियो, कोपरनिकस तथा हर्शल का ताज ऐसे अन्वेषक ज्योतिर्विद् के सिर पर लगना था, जो आकाशगंगा के आगे भी जा सके। लेकिन पहले यह आवश्यक था कि पृथ्वी से इन नक्षत्रों की सही दूरी भाँकी जा सके। यह कोई आसान काम नहीं था। आज सबसे निकट जिस नक्षत्र को हम जानते हैं, वह प्रोक्सिमा सेन्टारी है। जहाँ सूर्य पृथ्वी से केवल नौ करोड़ तीस लाख मील की दूरी पर है, वहाँ यह नक्षत्र पृथ्वी से कई खरब मील की दूरी पर है। प्रकाश की गति १ लाख ८६ हजार मील प्रति सेकेण्ड है और इस नक्षत्र का प्रकाश पृथ्वी तक पहुँचने में ४ वर्ष दो महीने से अधिक समय लेता है। इस लिए हम कहते हैं कि यह नक्षत्र पृथ्वी से ४२ प्रकाश-वर्ष की दूरी पर है। इसी हिसाब से सूर्य का प्रकाश, पृथ्वी तक पहुँचने में आठ मिनट लेता है। फिर भी यह नक्षत्र प्रोक्सिमा सेन्टारी हमारा निकटतम तारा है।

विनियम हर्शल की मृत्यु के सोलह वर्ष पश्चात् ज्योतिर्विज्ञान में एक विशेष प्रगति हुई। उनके पुत्र जॉन को फ्रेड्रिक बेसेल का एक पत्र मिला।

वह नहीं देखा। मुझे दीप्ति-ज्योतिष गैस की तरह चमकीली एक हरी रं दिखायी पड़ी।” किन्तु नीहारिका की कथा केवल इतनी ही नहीं है। यह पता चला कि अधिकतर नीहारिकाओं में सूर्य की तरह ही सतत होता है। विलियम हर्शल ने इन्हे ‘द्वीप की तरह के ये ग्रहाण्ड’ कहा और इन नीहारिकाओं में अनगिनत तारे पाये गये, क्योंकि तारा-गुच्छ भाँति ये भी सतत वर्षक्रम देती हैं। लेकिन इनमें से कुछ में तारा-गुच्छ न बड़े आकार में दीप्त गैस ही होती है।

स्पष्टतः ये नीहारिकाएँ इतनी दूर हैं कि इनकी वास्तविक दूरी का लगाने का कोई साधन ही नहीं है। एक सौ प्रकाश-वर्ष से अधिक दूरी की के सम्बन्ध में नक्षत्र-लम्बन कोई सूचना ही नहीं दे पाता। कोई दूसरी जो दूनरे ही सिद्धांत पर आधारित हो, इसकी अत्यधिक आवश्यकता अन्ततः इस विधि की खोज विज्ञान की बहुत बड़ी विभूति बनी।

आकाश में विविध प्रकार के नक्षत्रों में, जो सबसे अधिक विचित्र तारे और जिसकी वास्तव में हम सबसे कम जानते हैं, वह सीफ़ियड चरकांति तारा सीफ़ियस तारामण्डल में अवस्थित, डेल्टा सेफ़ाई नक्षत्र की ही तरह होने कारण इसका नाम मैफीयरीचर पड़ा। बहुत पहले ही यह देखा गया था कुछ अत्यन्त धूमिल तारे सहसा प्रकाशमान हो जाते हैं, इनकी ज्योति लगती है और ज्योति की तीव्रता शिखर पर पहुँच कर फिर ये धीरे-धीरे धुँ पड़ जाते हैं। प्रकाश के घटने-बढ़ने की अवधि कुछ दिनों से लेकर एक और कभी-कभी पचास दिन तक होती है।

१९१२ ई० में कुमारी हेनरियाटा एस० लियाविट ने एक बहुत बड़ी खोज की। ये रेडक्लिफ कॉलेज की स्नातक थी और हार्वर्ड कालेज की वेधशाला सहायिका के रूप में कार्य कर रही थी। नक्षत्रों और नक्षत्र-गुच्छों की जाकारी प्राप्त करने के लिए आकाश के विविध भागों की फोटो ले ली गयी। और कुमारी हेनरियाटा इन फोटो-चित्रों का बहुत समय से अध्ययन कर रही थी। आकाश-गंगा के नजदीक ही, जहाँ बहुत-से सीफ़ियस के होने की थी, एक तारागुच्छ के फोटोचित्रों को देखते हुए, इनकी अग्रिम कुशल आँसुओं को एक प्रसाधारण दृश्य दीख पड़ा। इन चित्रों में उन्होंने देखा कि लाखों तारों के बीच में इन बड़े, चमकदार सीफ़ियड का प्रकाश धीरे-धीरे घटता-बढ़ता और छोटे, कम चमक के सीफ़ियड के प्रकाश की घट-बढ़ तेज होती है ज्यादा चमकदार सीफ़ियड अपनी ज्योति के शिखर पर पहुँचने में ज्यादा लेते थे और फिर धुँघले पड़ जाते थे। और लोगों ने भी ये चित्र देखे थे, लेकिन

उनकी आँखों ने इस घटना के दर्शन नहीं किये, वह असाधारण बात नहीं देखी, जो इस महिला ने देखी।

कुमारी लियाविट ने सैकड़ों फोटोचित्रों का बड़ी सावधानी से अध्ययन आरम्भ किया। इन प्राप्त तथ्यों से उसे विश्वास हो गया कि किसी सीफियड के स्पन्दन की अवधि इसकी चमक से, ज्योति से सम्बन्धित है और उन्होंने अवधि-ज्योति सिद्धान्त की अपनी खोज की घोषणा की। उन्होंने कहा कि सीफियड की ज्योति घटने-बढ़ने की अवधि इसके अपने प्रकाश के अनुपात में ही है। इस तरह किसी नक्षत्र की दिखाई पड़ने वाली ज्योति उसका अपना वास्तविक प्रकाश नहीं हो सकता है क्योंकि किसी नक्षत्र का दिखाई पड़ने वाला प्रकाश इस बात से सम्बन्धित है कि दर्शक से यह नक्षत्र कितनी दूर पर है। नक्षत्र जितनी दूर होगा, उतना ही धुँधला दिखायी पड़ेगा। इसी तरह से यदि किसी सीफियड के प्रकाश की घट-बढ़ किसी उतनी ही दूरी के दूसरे सीफियड से ज्यादा वेग से हो तो उसका अपना वास्तविक प्रकाश अपने पड़ोसी के प्रकाश से कम है।

इस सिद्धान्त की खोज का महत्त्व स्पष्ट है। यदि यह हर प्रकार से सही हो तो तारों की दूरी की समस्या का यह सरल निदान हो सकता है। कल्पना कीजिये कि दो सीफियड हैं जिनकी ज्योति की घट-बढ़ की अवधि समान है, अर्थात् एक बराबर समय में दोनों सहसा प्रदीप्त होकर अपनी ज्योति के शिखर पर पहुँचते हैं और फिर धुँधले हो जाते हैं। और फिर यह भी कल्पना कीजिये कि इन दोनों में से एक की ज्योति दूसरे से १०० गुनी तीव्र है। तो एक सीफियड दूसरे से दस गुनी अधिक दूरी पर है, क्योंकि जैसा हर विद्यार्थी जानता है प्रकाशपुंज की तीव्रता अपनी दूरी के वर्ग के प्रतिलोम के अनुसार बदलती है ($100 = 10^2$)। यदि इनमें से एक सीफियड ऐसी व्यवस्था का अंग हो जिसकी दूरी हमें मालूम है, जैसे आकाश-गंगा, तो उसकी दूरी का पता हमें चल सकता है। और अन्त में इस नक्षत्र व्यवस्था की दूरी वहीं होगी जो इस सीफियड की है, जिसकी ज्योति की घट-बढ़ का ज्ञान हम कर सकते हैं। यह एक नितान्त नया ढंग है जिसका उपयोग हम तारों की ज्योतिष के निमित्त कर सकते हैं। यह एक बिल्कुल नया माप-दण्ड प्राप्त हो गया, और एक गहन समस्या पर से मानो पर्दा उठ गया।

लगभग इसी समय एक जीव-वैज्ञानिक और पत्रकार माउण्ट विल्सन की साठ इंच की दूरबीन से ज्योतिर्विज्ञान में शोधकार्य कर रहे थे। हालाँकि रोपली दर्जनों भोल तारा-गुच्छों का जो हमारी आकाश-गंगा के अंश होते हुए

भी धनग स्थित थे, अध्ययन कर रहे थे। आकाश-दूरबीन से उन्हें पता चला कि कुछ तारा-गुच्छों में, पंतोग हजार नक्षत्र थे। उसी समय, जब कुमारी लियाविट ने सीफियड के महत्व की बात बतायी, सेपली भी इन तारा-गुच्छों में इन सीफियड की तलाश कर रहे थे और यद्दुतों का इन्होंने पता भी लगा लिया था।

अनेकों परीक्षणों के बाद १६१७ ई० में उन्होंने कई तारागुच्छों की ज्योति की अवधि निकाल ली थी और इस तरह सीफियड से इनकी दूरी का पता लगा लिया था। पहले केवल सापेक्ष दूरी मान्य होती थी। अब सेपली ने कुमारी लियाविट के नियम का साधारणीकरण कर दिया।

सेपली ऐसे ब्रह्माण्डों की तलाश में थे जो केवल ढाई लाख प्रकाश-वर्ष की दूरी पर हों। १६२५ के लिए यह दूरी बहुत नजदीक मानी जाती थी। आकाश में और बहुत से ब्रह्माण्ड सतरण कर रहे थे, जिनके प्रकाशबिम्ब इंगित करते थे, उन साहसी अन्वेषकों को जो उस समय के जाने-पहचाने स्थलों के पार, अन्धकारमय अन्तर्नक्षत्रीय धूम्र के महासागर में प्रवेश करें। जल-माल तैयार था, सौ-इंच की आकाश-दूरबीन जिसे धमरीकी जार्ज एलेरी हेल ने बनाया था।

हेल ने स्पेक्ट्रोहेलियोग्राफ ईजाद किया और १६६१ ई० में इस यंत्र द्वारा सूर्य की एक पहाड़ी का पहला सफल चित्र खींचा और सिद्ध किया कि सूर्य के धब्बे वे स्थान हैं जहाँ चुम्बकीय और विद्युज्जन्मित विकराल बवंडर हैं। वे पासाडेना में एक सौर-वेधशाला के लिए स्थान निश्चित करने गये। अपने प्रयत्नों तथा कारनेगी संस्थान की आर्थिक सहायता से माउण्ट विल्सन की विशाल वेधशाला वास्तविक रूप ले सकी।

नये-नये विश्वों की खोज में चल पड़ने वाले ज्योतिष के कोलम्बस, एडविन हबल थे। रायर्ट मिलिकन की सिफारिश पर शिकागो विश्वविद्यालय ने हबल को एक बड़ी छात्रवृत्ति दी। यहाँ आकर वे अपने भौतिकी के शिक्षक मिलिकन के प्रभाव में आये और हेल से उन्हें अत्यधिक प्रेरणा और मार्गदर्शन मिला। सभी विषयों से अधिक ज्योतिर्विज्ञान में उनकी रुचि हुई। दूसरे नम्बर पर गणित था। इक्कीस वर्ष की अवस्था में हबल की कुशाग्रता ने उन्हें रोड्स-विद्वान् के रूप में ऑक्सफोर्ड विश्वविद्यालय पहुँचा दिया। कुछ समय के लिए उन्होंने वैज्ञानिक मोघ का कार्य छोड़ दिया। ऑक्सफोर्ड में उन्होंने कानून का अध्ययन किया और संयुक्त राज्य लौटकर केन्टुकी में अपना दफ्तर खोल लिया। यहाँ वे एक वर्ष तक वकालत करते रहे। फिर सहसा कानून से

ऊबकर उन्होंने आकाश के विधान को समझने के लिए यरकिज वेधशाला में प्रवेश किया। ज्योतिष में डाक्टर की उपाधि के लिए शोधकार्य करते हुए उन्होंने अपने १९१६ ई० में प्रकाशित एक लेख “धुंधली नीहारिका के चित्रों का परीक्षण” में अपनी असाधारण प्रतिभा का परिचय दिया।

१९१९ ई० में हुबल ने माउण्ट विल्सन वेधशाला में प्रवेश किया और वहाँ पहुँचकर हजारों नीहारिकाओं का गहन अध्ययन आरम्भ कर दिया। सबसे निकटस्थ नीहारिका को साधारणतया आँखों से देखने पर चन्द्रमा से कुछ छोटे, धूमिल बादल की तरह देखा जा सकता है। इसकी ज्योति चौथे या पाँचवें दर्जे के कान्तिमान नक्षत्रों के बराबर है। उन्होंने सबसे पहले मेज़ियर-३१, एण्ड्रोमेडा नक्षत्र-मण्डल की सर्पिल नीहारिका की ओर ध्यान लगाया। उन्होंने मेज़ियर-३३ का भी अध्ययन किया।

मेज़ियर-३१, पृथ्वी से ज्ञात दूरी के अन्य तारों से कई गुना कम चमकदार दिखायी पड़ा। हुबल ने सीफ़ियड चर की सफलतापूर्वक खोज की और एक दर्जन का पता लगा लिया, जो आकाशगंगा के अन्य तारों की तरह घटती-बढ़ती अवधि के थे। फिर उन्होंने ज्योति-अवधि के नियम द्वारा उनकी वास्तविक ज्योति की गणना की, और देखा कि हमारी आकाशगंगा के सूर्य से, चार हजार गुना अधिक बड़े हैं। इस गणना द्वारा उन्होंने यह घोषित किया कि मेज़ियर-३१ हमसे नौ लाख प्रकाश वर्ष की दूरी पर, हमारे नक्षत्र मण्डल, हमारी आकाश-गंगा से भी बहुत बाहर है।

अब जब यह मार्ग खोज निकाला गया तो फिर बड़े उत्साह, बड़ी क्रियाशीलता के साथ आकाशगंगा के पार के ब्रह्माण्डों का पता लगाया जाने लगा। १००-इची, ६०-इची तथा अन्य बड़ी आकाश दूरवीनें इन नये ब्रह्माण्डों की तलाश करने लगी। सैकड़ों नीहारिकाओं का विश्लेषण कर उनको नक्षत्रों, नौसों, धूल के बादलों का रूप दे दिया गया। जैसा कि हर्शल ने कहा था— “मानो ये आदिकालीन दुर्व्यवस्थित ज्योति की धारा हों।” इनमें सीफ़ियड अक्सर मिल जाते थे, और कभी-कभी चमकदार प्रकाश के बिन्दु नव तारे भी, जिनकी ज्योति सूर्य से एक लाख गुना अधिक है और जो न जाने कहाँ से निकल पड़ते हैं, आकाश पर एक दृष्टि डाल कर फिर थकान या शोक में, फिर कभी दिखायी न देने के लिये डूब जाते हैं।

बहुत बड़ी मात्रा में नई जानकारी मिलती रही। कोई नहीं बता सकता कि इन तथ्यों और गणनाओं का कहाँ अन्त होगा। एकाएक इन सब शोधकार्यों में से एक आश्चर्यजनक ऐसी खोज सम्भव हुई जो विज्ञान के इतिहास में

अब तक सबसे महत्वपूर्ण है। दूरबीनों द्वारा तथा फोटों चित्रों के माध्यम से जितनी दूर तक देखना सम्भव है, उससे यही मालूम पड़ता है कि हमारी आकाशगंगा के पार ब्रह्माण्डों का जो परिवार है वह इस धूल के कण के बराबर पृथ्वी से दूर, तेजी से भागा जा रहा है। सभी नीहारिकाएँ मानो बड़ी भयंकर गति से आकाश के दूरतम छोरों की ओर भाग रही हैं। पानी के बबूले की तरह विशाल मन्दाकिनी का आकार बढ़ रहा है, और इसके बूढ़ने की रफ्तार इतनी तेज है कि प्रत्येक १४० करोड़ वर्षों में इसका व्यास दुगुना होता जायगा। विज्ञानी की कौंय की तरह ससार को यह अनुभव हुआ और सहसा प्राप्त इस ज्ञान ने मानो विज्ञान को झुकझोर दिया। इस बड़े, नये ज्योतिष के तथ्य का सामना करने के लिये विज्ञान अक्षम था। इस तथ्य को किसी भी सर्वसम्मत वैज्ञानिक सिद्धान्त द्वारा ग्रहण करने की शक्ति नहीं थी। यह वैज्ञानिक तथ्य बड़ा रोमाचकारी, भयावह तथा दिल दहलाने वाला था।

इस नयी समस्या के क्षेत्र में हुबल अग्रणी थे। उनके प्रधान सहायक मिल्टन हुमसन थे, जिन्होंने चौदह वर्ष की अवस्था में विद्यालय की शिक्षा समाप्त कर ली थी। वे कैलिफोर्निया के बैरर के पुत्र थे और उन्होंने विधिवत् अपनी शिक्षा पूरी की थी। उन्हें पाठशाला से, विद्यालय के पाठ्यक्रम से बड़ी चिढ़ थी और अरुचि भी। पासाडेना की मठकों से माउण्ट विल्सन की चोटी दिखायी पड़ती थी और हुमसन उसकी ओर आकृष्ट हुए। वे पहाड़ पर चढ़ कर ऊपर पहुँचे और वहाँ वेधशाला के निकट ही एक होटल में काम करने लगे। होटल में वे तरह-तरह के काम किया करते थे। वेधशाला के लिये मशीनों के पुर्जे आदि तथा अन्य सामान गर्बों पर लादकर पहाड़ के ऊपर लाने का काम करते। कभी वेधशाला के घड़ी-घर में कुछ काम करते और कभी वेधशाला के बड़े ऊँचे टावर में लगी दूरबीन के पास फोटो चित्रों के बनाने में सहायता करते। इस तरह काम करते-करते उन्होंने अपने को वेधशाला के लिये इतना आवश्यक बना लिया कि १९२२ में उन्हें वेधशाला की नोकरी में ले लिया गया और बड़ी दूरबीन से नक्षत्रों के अध्ययन का अवसर दिया गया।

हुबल ने जब पहली बार निश्चयपूर्वक यह पता लगा लिया और घोषणा कर दी कि हमारी आकाशगंगा के उस पार और भी मन्दाकिनियाँ हैं, तब हुबल और हुमसन ने मिलकर एक दूसरी समस्या की ओर ध्यान लगाया। यह समस्या एरिजोना, फ्लेगस्टाफ की लोवेन वेधशाला के एक ज्योतिषविद् ने प्रस्तुत की थी। वेस्टो स्तिफर, सर्पिल नीहारिकाओं की गति का अध्ययन वर्णक्रमीय विश्लेषण द्वारा कर रहे थे। लबन-पद्धति द्वारा किसी तथ्य का ठीक-

ठीक पता नहीं लग पा रहा था। गतिशील वस्तुओं के वर्णक्रम के माध्यम से खोज का कार्य सम्भव प्रतीत होता था। इस नई पद्धति के प्रयोग की कहानी १८४१ में एक दिन आरम्भ हुई जब क्रिश्चियन डॉप्लर नामक प्राग के एक वैज्ञानिक ने 'डॉप्लर प्रभाव' का पता लगाया। इस तथ्य को प्रमाणित कर देने के पश्चात् कि ध्वनि का तारत्व, ध्वनिकारक वस्तु के श्रोता की ओर बढ़ने से, तीव्रतर होता जाता है, उन्होंने यह सिद्ध किया कि यह 'डॉप्लर प्रभाव' भ्रमवा घ्रावृत्ति (फ्रीक्वेंसी) का परिवर्तन प्रकाश के मामले में भी उसी तरह होता है। प्रकाश में रंग की वही स्थिति है, जैसी ध्वनि में तारत्व की।- दृश्य प्रकाश की न्यूनतम घ्रावृत्ति लाल रंग की होती है। दृश्य प्रकाश के वर्णक्रम के दूसरे छोर पर बैंगनी रंग की घ्रावृत्ति उच्चतम होती है। इसलिए ज्योतिष्मान पदार्थ जब द्रष्टा की ओर बढ़ता है तो उसके प्रकाश की घ्रावृत्ति उच्चतर होती जाती है। दूसरे शब्दों में यह प्रकाश लाल रंग से आरम्भ होकर धीरे-धीरे बैंगनी रंग में बदलता जायगा। परिवर्तन का यह अन्तर ही वह मापदण्ड होगा जिससे प्रकाशमान पदार्थ की द्रष्टा की ओर या उससे दूर हटने की गति निर्दिष्ट करेगा। इसी पद्धति द्वारा स्लिफर ने यह पता लगाया कि कुछ सर्पिल नीहारिकाएँ बड़ी ही तीव्र गति से दौड़ रही हैं। १९२८ तक उन्होंने ४३ अधिक चमकवाली और अपेक्षाकृत निकट की नीहारिकाओं के गति-सम्बन्धी तथ्यों से पता लगाया कि ये सभी सर्पिल नीहारिकाएँ तीव्र गति से पृथ्वी से दूर भागी जा रही हैं। उन्होंने अपने तथ्यों, तथा अपनी गणना के महत्त्व को नहीं समझा। लेकिन हुबल ने नीहारिकाओं की उलटी दिशा में जाने की गति और पृथ्वी से उनकी दूरी में एक विचित्र पारस्परिक सम्बन्ध का पता लगाया। कैलिफोर्निया के इस वैज्ञानिक ने यह खोज की कि नीहारिकाओं के उलटी दिशा में भागने की गति जो वर्णक्रमीय रेखाओं की लाली में परिलक्षित होती है, वह लालिमा पृथ्वी से इन नीहारिकाओं के अधिक दूर हो जाने से गहन हो जाती है। अधिक दूरस्थ नीहारिका की गति निकट की नीहारिका की गति से बहुत अधिक होती है।

हुबल ने यह अनुभव किया कि इस सम्बन्ध के बारे में फोरन प्रामाणिक परीक्षण होना चाहिए। और यह परीक्षण केवल आकाशगंगा के पार उन नीहारिकाओं तक ही सीमित नहीं होना चाहिए जिन्हें उन्होंने बड़ी दूर आकाश के कोनों में खोज निकाला था परन्तु ये परीक्षण महाशून्य में जहाँ तक यंत्रों द्वारा पहुँचा जा सके, वहाँ तक के सभी ज्योतिष्पिण्डों के विषय में हो। पहले तो यह आवश्यक था कि आकाशगंगा के पार की नीहारिकाओं की दूरी का, मैफीरीचर द्वारा प्रदत्त तथ्यों के आधार पर नयी पद्धति की सहा-

यता से पता लगाया जाय । यह हुबल का ही काम था । इसके बाद आवश्यक था कि वर्णक्रमलेखी द्वारा इनही वर्णक्रमीय रेखाओं की लालरग की ओर बढ़ने की क्रिया को निर्धारित किया जाय । यह कार्य उन्होंने हुमासन को सौंप दिया ।

अत्यन्त दूरस्थ नीहारिका के वर्णक्रम का ग्रंथन अत्यन्त कठिन कार्य था । हुमासन को हजारों प्रकाश-विन्दुओं के बीच किसी एक प्रकाशविन्दु के तुल्य, नीहारिका पर अपने वर्णक्रम-लेख को दूरबीन के साथ अत्यन्त सावधानी से लगातार लगाये रखना पड़ता था । विस्तृत आकाश में एक धुंधले प्रकाश-विन्दु को रात भर देखते रहना पड़ता था । और रात के खरम होने पर जब उपा की किरणें फूटती थी तो फोटोचित्र के प्लेट को ढक कर रखना पड़ता था और फिर रात में उसी प्रकाश-विन्दु को फिर दूरबीन और वर्णक्रमलेख की पकड़ में लाना पड़ता था । किसी भी एक नीहारिका के पूरे फोटोचित्र लेने में पचहत्तर घंटे लगते थे, जिसका अर्थ हुआ आठ से दस रात ।

ये फोटोचित्र फिर बंधशाला में धोये जाते थे । नीहारिका के वर्णक्रम की सूर्य से तुलना की जाती थी और कुछ विशेष वर्णक्रमीय रेखाओं के रंगों में यदि तनिक भी परिवर्तन हो तो उसको ध्यानपूर्वक सावधानी से प्रकृत कर दिया जाता था । इस तरह यह बहुत सावधानी का कार्य था । हुमासन को उन छोटे-छोटे चित्रों का अध्ययन-परीक्षण करना पड़ता था जो केवल $4\frac{1}{2}$ इंच लम्बे तथा $2\frac{1}{2}$ इंच चौड़े थे और इन पर प्रकाश की सघन रेखाएँ प्रकृत थी, नीहारिका के उस प्रकाश की, जो दस करोड़ वर्ष पहले वहाँ से उद्भूत हुई थी ।

हुबल इस तरह लाल रग की गहराई द्वारा नीहारिका की स्थिति और पृथ्वी से इसकी दूरी निर्धारित करते थे । फिर ये उस नीहारिका की पृथ्वी से दूर जाने की गति निश्चित करते थे । इस कार्य में उन्हें बड़ी सावधानी, सतर्कता से दत्तचित्त होकर अथक परिश्रम करना पड़ता था । और इस कार्य के करने में उन्हें बड़े रोमाच और आनन्द की अनुभूति होती थी । सभी लोग बड़ी उत्सुकता से गति-निर्धारण की प्रतीक्षा करते थे । हुमासन ने कहा, "हम अपनी गणना में व्यस्त रहते थे और जब किसी नीहारिका का वेग निश्चित हो जाता था तो वैसा ही आनन्दातिरेक होता था जैसा किसी नये ग्रह की खोज से होता है ।" किन्तु प्रत्येक चित्र में रग धीरे-धीरे लाल रग की ओर ही घाते नजर आते थे । सभी नीहारिकाएँ पृथ्वी से दूर भाग रही थी और बड़े वेग के साथ । इसके अतिरिक्त यह दूरी और वेग के सम्बन्ध का सिद्धान्त आकाशगंगा के दूरतम महाशून्य में भी सत्य साबित होता था ।

महाशून्य के दूरतम भागों के निरीक्षण-अध्ययन के परिणाम हुबल और हुमसन ने ग्राफ पेपर- पर अंकित किये । एन० जी० सी०-३८५ पेगासस की आकाशगंगा दो करोड़ तीस लाख प्रकाश-वर्ष की दूरी पर थी और २४०० मील प्रति सैकेण्ड के वेग से चल रही थी । एक धुंधले प्रकाश की मन्द ज्योति, एन० जी० सी०-४८४४ कोमा बरनेसियो की आकाशगंगा, जो चार करोड़ पचास प्रकाश-वर्ष की दूरी पर है, चार हजार सात सौ मील प्रति सैकेण्ड की रफ्तार से पृथ्वी से दूर भाग रही है । उर्सा मेजर तारागुच्छ नम्बर दो, पृथ्वी से जिसकी दूरी आठ करोड़ पचास लाख प्रकाश-वर्ष है, और भी अधिक वेग, नौ हजार पाँच सौ मील प्रति सैकेण्ड की गति से पागलों की तरह भाग रहा है । लियो नामक तारा-गुच्छ जिसका अन्वेषण १९३० ई० में हुआ, पृथ्वी से दस करोड़ पचास लाख प्रकाश-वर्ष की दूरी पर है । और यह तारा-गुच्छ बारह हजार मील प्रति सैकेण्ड की अकल्पनीय गति से महाशून्य को चीरता हुआ भाग रहा है । बूट्स नामक तारा-गुच्छ की एक मन्दाकिनी, जिसका अन्वेषण हुबल ने १९३४ ई० में किया, महाशून्य के दूरतम अग्रवेद्य भाग में है और इस मन्दाकिनी का वेग और भी अधिक है, फट पडने की २४००० मील प्रति सैकेण्ड की गति ।

किसी भी खोज के कारण शायद ही इतना बड़ा वाद-विवाद उठ खड़ा हुआ हो जितना हुबल की इन खोजों के कारण हुआ । ब्रह्माण्ड का भौतिक तत्त्व और आकार सदा ही विज्ञान की आधारभूत समस्या रही है और विज्ञान के मनन का सर्वदा विषय रहा है । इस सम्बन्ध में बहुत से मत प्रकट किये गये किन्तु प्रामाणिक तथ्यों के अभाव में किसी भी मत के सर्वसम्मति द्वारा स्वीकृत किये जाने में बड़ी झड़पन थी । किन्तु अब एक दम एक नया सिद्धान्त ही सामने आया—एक ऐसा सिद्धान्त जिसके अनुसार समस्त ब्रह्माण्ड निरन्तर बढ़ रहा है और महाशून्य, आकाश में तीव्रता के साथ, बड़े वेग से नीहारिकाएँ पृथ्वी से दूर भाग रही हैं ।

यद्यपि आइन्स्टाईन ने स्वयं घोषणा की थी कि रगों का परिवर्तन घर्षात् रगों का लालिमा में परिणत होना, गति के वेग का परिचायक मानना तर्क-संगत मान्य पड़ता है, तो भी हुबल ने और भी विशेष परीक्षणों द्वारा यह जानने की आशा की कि यह गति का वेग वास्तविक है अथवा केवल दिखाई ही पड़ता है । उनका विश्वास था कि रगों का लालिमा में बदलना या तो वास्तविक गति के कारण है या इसका भौतिकी के नियम में कोई सम्बन्ध है, जिसका हमें ज्ञान नहीं । हुबल का विश्वास था कि सावधान परीक्षक किशो भी व्याख्या का निश्चयपूर्वक, अग्रहपूर्वक प्रतिपादन नहीं करता, और ब्रह्माण्ड

की इस क्रिया को सावधानी के साथ केवल दिखायी पड़ने वाली गति ही कहता है ।

हुबल ने इसके अतिरिक्त यह भी अनुभव किया कि ज्योतिष का प्रधान कार्य यह होना चाहिए कि विविध प्रकार की आकाशगंगाओं के वर्गीकरण को व्यवस्थित कर दिया जाय । यह उनके तथा उनके सहयोगियों के लिए जीवन भर का काम था । हुबल ने आकाशगंगा के उस पार को सभी मन्दाकिनियों को तीन मोटे वर्गों में बाँट दिया—सर्पिल मन्दाकिनी । पहले प्रकार की जैसे एम-३१ जो केन्द्र में गोलाभ है और चौड़ी तश्तरी की तरह इस केन्द्र के चारों ओर फैली है और इस तश्तरी के दो ओर सर्पिल आकार के हाथ जुड़े हुए हैं । दूसरे वर्ग की आकाशगंगा, जैसे एम-३२, का दीर्घवृत्तीय आकार-प्रकार है और इसमें तारों का समूह है जो केन्द्र की ओर अत्यन्त सघन है । मँगालनिक बादल विषम प्रकार की आकाशगंगा के उदाहरण है । इस महत् परीक्षण के कार्य में हजारों फोटोचित्र लिये गए ।

भौतिक ब्रह्माण्ड के आकार तथा शरीर-रचना के सम्बन्ध में कुछ वास्तविक ज्ञान प्राप्त करने के लिए हुबल ने हालैण्ड के थ्री जे० सी० केप्टीन की एक योजना का अनुकरण किया । एक दशक पूर्व ही केप्टीन ने आकाश के किसी एक सुनिश्चित भाग के तारों का सांख्यिकीय अध्ययन आरम्भ कर दिया था और इस अध्ययन द्वारा जो निष्कर्ष निकलता था, उसके आधार पर वे समस्त ब्रह्माण्ड की प्रकृति, रचना आदि के सम्बन्ध में मत स्थिर करते थे । हुबल ने माउण्ट विल्सन के पहाड़ पर से दिखायी पड़ने वाले आकाश के अत्यन्त छोटे सुनिश्चित भाग के १२८३ फोटोचित्र लिये । महाशून्य के अन्तरतम भाग के, जहाँ तक भेदन करना सम्भव हुआ, फोटोचित्रों ने ४४००० अलग-अलग आकाशगंगाओं की स्थिति की सूचना दी । उनकी गणना के अनुसार यह संख्या सात करोड़ पचास लाख अलग-अलग ब्रह्माण्डों के बराबर हुई और ये ब्रह्माण्ड केवल आकाश के उतने स्थान में ही स्थित थे, जितने को विल्सन की एक सौ इन्ची आकाश-दूरबीन से देखा जा सकता था, क्योंकि समूचे आकाश का केवल सौवाँ भाग ही इसके द्वारा दृश्य था । इसलिए सभी ब्रह्माण्डों की अनुमानित संख्या की कल्पना की जा सकती है ।

हुबल ने यह अन्दाजा लगाया कि दो आकाशगंगाओं के बीच बीस लाख प्रकाश-वर्षों की दूरी है । एक साधारण आकाशगंगा का व्यास १५ हजार प्रकाश वर्ष है । और इसमें एक अरब तारे होते हैं । प्रत्येक आकाशगंगा की ज्योति हमारे सूर्य से लगभग आठ करोड़ पचास लाख गुना अधिक होती है । हुबल

नियम के प्रतिकूल तथ्यों को जानकर कर देने को तैयार थे किया कि उनके गणित कोई स्वर्णमूर्ति है कि विशेषज्ञों के

ब्रह्माण्ड के चिन्त्यकता थी। यह स्वहृबल, हेल, मिलिकन वड़े विद्वान् मिलकर अर्थ का वियेचन करके साथ विचार करने तथा कैलिफोर्निया वेश

बहुत पहले १९०७ ई० में टॉलमैन, आइन्स्टाईन को सापेक्षता के सिद्धान्त के अक्रपंक जाल में फँस के सिद्धान्त' शीर्षक के सात साल बाद उनकी पुस्तक 'सांख्यिकीय बल विज्ञान' प्रकाशित हुई जिसमें उन नियमों की व्याख्या का प्रतिपादन करे, या क्रिया का ज्ञान न हो

पहाड़ पर की हुब टॉलमैन का आकर्षण न० ५ में अपने को वने कागज पर पैसिल च था। उन्होंने एक कागज ब्रह्माण्ड के आदर्शवादी कठिनाइयों के कारण उनके समीकरण ने एक किया। वे अपने समी चिह्न जोड़ते, कभी किस वल बदल देते और इस नये विचार, नयी व्याख्या

। कैलिफोर्निया के ज्योतिषियों के परीक्षणों द्वारा प्राप्त आइन्स्टाईन अपने स्थिर ब्रह्माण्ड को तोड़ कर टुकड़े-टुकड़े गणित और भौतिकी के इस सर्वश्रेष्ठ विद्वान् ने स्वीकारा प्रस्तुत समीकरण शिरोधार्य नहीं मानना चाहिए। नहीं है कि उसकी पूजा की जाय और न यह आवश्यकता है कि उनमें से पूजा के फूल बढ़ाये जायें।

के नवशों, कल्पित भूतियों के पुनर्गठन की फौरन आभाविक ही था कि यह भूतिकार पासाडेना में मिले जहाँ और अनेक सैद्धान्तिक तथा प्रायोगिक विज्ञान के बड़े गोष्ठी करते थे और हुबल के विस्मयकारी अन्वेषणों के गूढ थे। इन गोष्ठियों में सम्मिश्रित होकर बड़े चाव, लगन वाले भौतिक-रसायन तथा गणित-भौतिकी के प्राध्यापक आनिक संस्थान के अध्यक्ष रिचर्ड टॉलमैन थे।

७ ई० में टॉलमैन, आइन्स्टाईन को सापेक्षता के सिद्धान्त के अर्थ और दस वर्ष उपरान्त उन्होंने 'गति की सापेक्षता' का प्रकाशित की। १९२७ ई० में काल्टेच आने के छः साल बाद उनकी पुस्तक 'सांख्यिकीय बल विज्ञान' प्रकाशित हुई जिसमें उन नियमों की व्याख्या की गई थी जो कई अणुओं वाले तन्त्रों के समग्र व्यवहार के हैं उनके अलग-अलग तत्त्वों के सही व्यवहार व प्रति-

त और हुमांसन की ज्योतिषीय क्षोजोंकी सूक्ष्मता के प्रति आरम्भ से ही था। काल्टेच की प्रयोगशाला के कमरा में कर और अपने पाइप के धुएँ में धिरे रहकर टॉलमैन सोना शुरू किया। उनका तरीका आइन्स्टाईन का सा ही था पर एक बड़ा समीकरण नोट किया। यह समीकरण स्वरूप का गणितीय निरूपण था। गणित की कुछ और कुछ परीक्षण के द्वारा प्राप्त तथ्यों के अभाव में अत्यन्त आदर्शवादी महत् ब्रह्माण्ड का रूप उपस्थित करण को बदलते रहे। कभी वे गणित का कोई नया चिह्न को काट कर उड़ा देते, कभी किसी अंक का तरह अपने समीकरण का रूप बदलते रहे, ज्यों-ज्यों उन्हें उनके दिमाग में आती गयीं उनकी पैसिल की

एडविन पावेल हुबल

नोक पर नये-नये ब्रह्माण्ड बनते-बिगड़ते रहे। कई फार्मूलों से भंग किसी कागज के फाड़ दिये जाने पर न जाने कितने ब्रह्माण्ड नष्ट-भ्रष्ट होते रहे।

१९२६ ई० में टॉलमैन आखिर जब अपने इस एकान्तवास को छोड़कर बाहर निकले तब उनके सामने से मानो पर्दा हट चुका था और उन्हें नयी दृष्टि प्राप्त हो गयी थी। उनके सामने समीकरण में ब्रह्माण्ड का वह अस्थिर सतत चलापमान रूप था जो हुबल के निष्कर्षों से मेल खाता था। उनका ब्रह्माण्ड करोड़ों धरवों ताराओं, तारा-गुच्छों, ग्रहों, क्षुब्ध, महाक्षुब्ध, धूल तथा अस्त-व्यस्तता का दृश्य नहीं देता था। यह एक गणित के समीकरण का बड़ा साहसपूर्ण सार था। इनका समीकरण आइन्स्टाईन अथवा द सिटर के समीकरण से भिन्न नहीं मालूम पड़ता था। उन्ही गणित के चिह्नों का प्रयोग किया गया था किन्तु उनके समीकरण में कुछ ऐसा परिवर्तन था जिससे उनका ब्रह्माण्ड आइन्स्टाईन की स्थिरता लिए हुए न होकर समय की गति के साथ परिवर्तनशील था और जो द सिटर के ब्रह्माण्ड की तरह क्षुब्धमय न होकर पदाथे द्रव्यमय था।

टॉलमैन ने गणित के समीकरण द्वारा ब्रह्माण्ड रचना के प्रयत्नों के विषय में बहुत काफी अध्ययन किया था। किन्तु जैसा बहुत सम्भाव्य है, उन्होंने इस विषय पर लिखे कुछ पुराने लेखों को नहीं पढा था। विज्ञान की राष्ट्रीय महासमिति के सम्मुख अपने लेख को पढ़ने के कुछ महीने पहले ही प्रिंसटन विश्वविद्यालय के हावर्ड रोबर्टसन जो १९४७ ई० से कैलिफोर्निया के टेक्नोलोजी के संस्थान में गणित भौतिकी के प्राध्यापक हो गये थे, टॉलमैन के समीकरण से मिलता-जुलता अपना समीकरण प्रकाशित कर चुके थे। सात वर्ष पूर्व रूस के अत्यन्त मेधावी गणित के आचार्य एलेक्जेंडर फ्रीडमैन ने आइन्स्टाईन के समीकरण में एक अक्षुब्ध की ओर निर्देश किया था और बताया था कि गणित द्वारा दो अस्थिर ब्रह्माण्डों की रूपरेखा निश्चित की जा सकती है। टॉलमैन के प्रमुख समीकरण के प्रकाशन के बाद जब उनका ध्यान पहले के प्रकाशित इन लेखों की ओर दिलाया गया तो टॉलमैन ने फौरन इन पूर्व प्रकाशित लेखों को निकालकर पढ़ा और इनके पहले ही किये गये शोध-कार्य की सराहना की। उन्होंने इनकी बावत लिखा : "फ्रीडमैन के लेख पर वैज्ञानिकों के समुचित ध्यान न देने के बावजूद, ब्रह्माण्ड सम्बन्धी विज्ञान में एक नया अध्याय जोड़ने का ध्येय इनको प्राप्त होना चाहिये।" टॉलमैन विज्ञान के अग्रणी नहीं थे।

लोगें विश्वविद्यालय के एक नवयुवक पादरी एडो जोर्ज लमारतर ने १९२७ ई० में पहली बार पदाथों पर गणित के समीकरण का प्रयोग किया

था। समारतर ने फ्रीडमैन के समीकरण का अध्ययन किया और ज्योतिषीय तथ्यों पर उनकी अस्थिर रेखा का प्रयोग किया। उन्होंने एक बड़ी खोज यह की कि निकट की आकाशगंगा के प्रकाश की लालिमा की व्याख्या सतत विकासशील ब्रह्माण्ड के सिद्धान्त द्वारा की जा सकती है। उनकी खोज के एक अपेक्षाकृत साधारण पत्र में प्रकाशित होने के कारण उनकी ओर ध्यान ही नहीं गया, किन्तु १९३० ई० में आर्थर एडिंगटन ने सप्तर का ध्यान समारतर की खोज की ओर दिलाया। टॉलमैन के ब्रह्माण्डीय स्वरूप-निर्धारण के बाद ही समारतर को बहुत अधिक परिमाण में प्राप्त वैज्ञानिक तथ्यों का पता ही नहीं था जो टॉलमैन के कार्य के आधार थे।

टॉलमैन के परीक्षण द्वारा प्राप्त बहुत से तथ्यों पर आधारित गतिशील ब्रह्माण्ड के विचार से वैज्ञानिक जगत् में हलचल-सी मच गयी। ब्रह्माण्ड निर्माण के कार्य के निमित्त अनुकूल समय माना जा गया हो। ऐसा हो गया जो भी गणित के समीकरण की रचना करने योग्य हो, उसी ने ब्रह्माण्ड-रचना के कार्य में अपना कौशल दिखाना चाहा। हॉलैण्ड में विलियम द सिटर, जर्मनी में लाऊ और हेकमैन, इंग्लैण्ड में विलियम मैक्त्रिया और अनेक दूसरे वैज्ञानिकों ने अपने अपने प्रिय ब्रह्माण्डों की रचना की। जापान के टकूची पहले पूर्वी वैज्ञानिक थे जिन्होंने ब्रह्माण्ड-निर्माण का अपना कौशल प्रदर्शित किया। गणितज्ञों के ब्रह्माण्ड की रचना का यत्रो द्वारा प्रस्तुतीकरण जिससे इसके रूप को देखा समझा जाय, इसकी किसी ने आवश्यकता ही नहीं समझी। और सर जेम्स जीन्स को कहना पड़ा : "आज ब्रह्माण्ड का स्वरूप हम केवल गणितज्ञों के शुद्ध विचार के द्वारा ही जान सकते हैं। और यदि हम इसका मर्मों के रूप में वास्तविक ज्ञान प्राप्त करना चाहें तो हम एक बड़े जाल में पड़ जाते हैं, भ्रमित हो जाते हैं।"

हुबल और टॉलमैन के ब्रह्माण्ड के गतिशील रूप के अतिरिक्त एक तीसरा स्वरूप भी था जो इन से पुराना था। ब्रह्माण्ड के सम्बन्ध में तीन मत थे जिनके अलग-अलग अनुयायी थे। पुराना मत था कि ब्रह्माण्ड धीरे-धीरे ठण्डा पड़ रहा है और सभी तारे अपनी ज्योति शून्य में बिखेर रहे हैं। परिणामतः आकाश में चारों ओर एक ही परिमाण में उष्णता होनी चाहिये। इसका नतीजा यह होगा कि महाशून्य के विस्तार को देखते हुए और ताराओं की उष्णता अपेक्षाकृत अत्यन्त न्यून होने के कारण चारों ओर भयकर शीत, स्थिरता और मरण व्याप्त होना चाहिये। अत्यन्त निराशाजनक ब्रह्माण्ड का यह स्वरूप ही कुछ वर्षों पहले तक स्वीकृत किया जाता था। हुबल का दूसरा मत भी कम निराशाजनक नहीं था। सतत विकासशील ब्रह्माण्ड एक दिन अपने

विस्तार के कारण टूट कर ध्वस्त हो जायेगा ।

इन दो मतों के अतिरिक्त नये विज्ञान और ज्योतिष का मत टॉलमैन की व्याख्या को मान्यता देता था । इनके पास सापेक्ष ऊर्ध्वागतिकता के अस्त के और ऐसे समीकरण थे जिनके कारण इनका आग्रह था कि ब्रह्माण्ड का विकास-विस्तार और संकुचीकरण दोनों ही क्रियाएँ साथ-साथ लगातार चल सकती हैं और स्थिरीकरण की स्थिति कभी न आवे, ऐसी सम्भावना ही मत्त है । कम-से कम अब ब्रह्माण्ड के एक काल्पनिक स्वरूप पर विश्वास किया जा सकता है जिसके अनुसार सदा सर्वदा स्पन्दनशील जीवित ब्रह्माण्डों का रूप है जो बढ़ता-घटता रहता है, किसी प्रक्रिया द्वारा जिसका ज्ञान अभी नहीं है । विकिरण, ब्रह्माण्ड के नष्ट पदार्थों की पूर्ति करता रहता है । इस व्याख्या ने पहलू के नष्ट हो रहे, समाप्त हो जाने वाले ब्रह्माण्ड के निराशाजनक स्वरूप को एकदम खत्म कर दिया । इसने सर्वदा जीवन-मय स्थिति की आशा भी उत्पन्न की ।

क्या और ऐसे ब्रह्माण्डीय तथ्य मिलेंगे जो ब्रह्माण्ड-सम्बन्धी भ्रमों का निराकरण करेंगे ? लालिमा के परिवर्तन की क्रिया की सही व्याख्या की समस्या का क्या कोई समुचित उत्तर मिलेगा ? अगर ब्रह्माण्ड विकासशील है तो विकास किस तरह का है ? क्या हम तारों के जन्म और राण्डन को अच्छी तरह ममक कर इसका कोई सन्तोषप्रद उत्तर दे पायेंगे ? क्या इन तथ्यों द्वारा ब्रह्माण्ड की आयु, पृथिवी की आयु और रासायनिक तत्वों के जन्म का यथार्थ ज्ञान प्राप्त कर सकेंगे ? यदि निकटस्थ आकाशगंगा दूरस्थ मन्दाकिनी से भिन्न है, तो क्या इससे हमें मन्दाकिनी की उत्पत्ति और विकास का पता चल सकेगा ?

हुबल का विश्वास था कि इन सभी प्रश्नों के उत्तर अवश्य मिलेंगे, क्योंकि अब जार्ज एलेरी हेल के प्रयत्नों के कारण एक नया यंत्र उपलब्ध था । अपने जीवन की सध्या में हेल ने एक और बड़ी आकाश-दूरबीन बनाने के प्रश्न पर विचार किया । उन्होंने सोचा कि एक ही बड़ी छलांग द्वारा सौ-इंची के स्थान पर दो सौ-इंची आकाश-दूरबीन का निर्माण करना श्रेयस्कर होगा । इत बड़े भीमकाय विशाल यंत्र द्वारा हम अपने चतुर्दिक व्याप्त असीम आकाश के तिगुने अधिक भीतर प्रवेश कर पायेंगे और इसके द्वारा हम उन स्थानों का परीक्षण कर सकेंगे जहाँ तक कोई अब तक पहुँच ही नहीं पाया है । इसमें ज्योतिषियों को दस करोड़ और अधिक आकाशगंगाएँ देखने और समझने का अवसर प्राप्त होगा । इस दूरबीन के पुर्जों का वजन ही केबल सैकड़ों टन होगा ।

१९२८ ई० में अन्तर्राष्ट्रीय शिक्षा बोर्ड ने कैलिफोर्निया के टेक्नालॉजी प्रतिष्ठान को कई करोड़ रुपयों का अनुदान इस बड़ी आकाश-दूरवीन के बनाने के लिए दिया। इस राशि का उपयोग दूरवीन के दो सौ-इंची दर्पण के बनाने, मशीन में लगाने, मकान बनाने तथा सभी यंत्रों से युक्त ज्योतिष-भौतिकी की बड़ी वेधशाला के बनाने में किये जाने की योजना थी। बार्सिंगटन के कारणेनी संस्थान में माउण्ट विल्सन की वेधशाला के सहयोग से ही इस नयी वेधशाला का निर्माण होना था। हेल को वेधशाला-समिति का अध्यक्ष बनाया गया और जॉन एण्डरसन को योजना के कार्यान्वित करने के लिए विशेष अधिकारी चुना गया।

समुद्र-तट से पाँच हजार छः सौ फीट की ऊँचाई पर पलोमर की चोटी पर संसार की इस सबसे बड़ी वेधशाला का निर्माण हुआ। यह स्थान सेन डिगो से पैतालॉस मील तथा प्रशान्त महासागर से तीस मील की दूरी पर है। माउण्ट विल्सन की तराई में बस्ती इतनी अधिक बढ़ गयी और वहाँ के निवासियों की जनसंख्या में इतनी अधिक वृद्धि हुई कि इस सौ-इंची वेधशाला का आदर्श स्थान विगड गया। करीब तीस साल में वेधशाला के नीचे तराई में ३ लाख ३० हजार जनसंख्या बढ़कर पचीस लाख हो गयी। बस्ती की अत्यधिक रोशनी और करीब में लॉस एन्जेल्स की जगमगाहट के कारण पहाड़ की चोटी पर की वेधशाला में कार्यरत वैज्ञानिकों के काम में विघ्न पड़ने लगा। इन्हीं कारणों से इस नयी वेधशाला की आवश्यकता पड़ी जो पामा-डेना से सवा सौ मील दूर दक्षिण-पूर्व में निर्मित हुई। यहाँ की वायु शान्त थी तथा पलोमर पहाड़ के आस-पास आधी के भूकूरे नहीं आते। इस नयी दो सौ इंची दूरवीन को तीन मंजिल की भव्य इमारत में रखा गया, जिसके कमरे पृथग्व्यस्त (इन्सुलेटेड) थे और जिनमें सभी आवश्यक आधुनिक सुविधाओं का प्रबन्ध था। इसकी छत अण्डाकार लोहे की बनी हुई है जिसका वजन ही एक हजार टन है। इसका व्यास १३७ फीट है और गोलाकार यह सारी छत एक बटन के दवाने मात्र से घूमने लगती है।

पहली बार ज्योतिषिद् एक लम्बी दूरवीन की ट्यूब में अपने सभी यंत्रों के साथ घुमकर दो सौ-इंची दर्पण के ठीक सामने बैठकर आकाश के और चतुर्दिक् व्याप्त नक्षत्रों के दर्शन कर सकता था। सब काम ठीक हो गया था कि तभी परां हाबल पर जापानियों ने गोतावारी कर दी। वेधशाला की आतिरी संयंत्रियों को रोक देना पड़ा। चालीस से अधिक मिस्त्री जो कैलिफोर्निया के वैज्ञानिक संस्थान में दूरवीन के पुर्जे बना रहे थे, उन्हें नौसेना के लिए सीडि ने प्रिन्स (प्रिन्स) बनाने के लिए अपना काम छोड़ कर जाना पड़ा। वे नये

दृश्य, जो इस वेधशाला की दूरबीन द्वारा देखे जा सकते थे, ग्रन्थकार में लुप्त रहे और सभी लोग संसार को सुरक्षित रखने के उस महान् कार्य में लग गये जिससे इस प्रकार की वेधशालाओं का निर्माण-कार्य सम्भव हो।

एवरडीन, मेरीलैण्ड के आर्डनेंस विभाग के शोध और विकास केन्द्र में हुबल को बाह्य प्रक्षेपक का कार्य सौंपा गया।

१९४० ई० के ग्रीष्म में ही टॉलमैन वाशिंगटन चले गये थे और वहाँ उन्होंने बड़े-बड़े उत्तरदायित्व सम्हाल लिये थे। वे राष्ट्रीय सुरक्षा-शोध सभा के अध्यक्ष बनाये गये और वे संयुक्त राष्ट्र-संघ की आणविक शक्ति सम्बन्धी सभाओं में संयुक्त राज्य के प्रतिनिधि बर्नार्ड बरूच के प्रधान सलाहकार भी थे। उन्होंने अपने वैज्ञानिक ज्ञान तथा क्रियाशीलता से रॉकेट सम्बन्धी योजना में भी योगदान किया।

युद्ध के चार लम्बे वर्ष बीतते रहे और हुबल आकाश-दर्शन और नक्षत्रों के अध्ययन के लिए बड़े उत्सुक थे। दिसम्बर १९४५ के अन्त में वे अपने घर पेसाडेना लौटे और तुरन्त ही अपने शान्तिकालीन कार्य में पुराने उत्साह और मनोयोग के साथ जुट गये। दो-सौ इंची आकाश-दूरबीन को पूरा करने वाली विशेषज्ञों की समिति में वे रहे क्योंकि इस वेधशाला की आरम्भिक योजना में उन्होंने विशेष कार्य किया था। इरा बोवेन, जिन्होंने कालटेच में डॉक्टर की उपाधि प्राप्त की थी और उसी संस्था में भौतिकी के प्राध्यापक नियुक्त थे, उनको १९४६ में माउण्ट विल्सन वेधशाला का निदेशक बनाया गया और दो वर्षों के अनन्तर माउण्ट पलोमर की वेधशाला के निदेशक नियुक्त हुए। हुबल को माउण्ट विल्सन और माउण्ट पलोमर वेधशालाओं के शोधकार्य का प्रधान बनाया गया और बाद में दोनों वेधशालाओं की संयुक्त शोध समिति के अध्यक्ष बनाये गये और वे दोनों वेधशालाओं में किये जाने वाले शोधकार्य को संचालित करने लगे।

हुबल उस दिन की प्रतीक्षा में थे जब नई दूरबीन बिल्कुल तैयार हो जाएगी और दस लाख आँखों की ज्योति प्राप्त होगी। इसकी सहायता से महाशून्य की दो करोड़ प्रकाश-वर्ष की दूरी तक भेदन किया जा सकेगा। १०० इंची दूरबीन की दूरी से इसकी भेदन-शक्ति दुगुनी होगी। इस दूरबीन से आप दस हजार मील पर जल रही मोमवती देख सकेंगे और तीस हजार मील की मोमवती का फोटोचित्र खींच सकेंगे। इस दूरबीन द्वारा हुबल आकाश के आठ गुने बड़े भाग का निरीक्षण कर सकेंगे। इस दो सौ-इंची दूरबीन की महायक एक ४८-इंची दूरबीन भी इसके साथ जुड़ी होगी, जिसका निर्माण बर्नार्ड स्मिट नामक जर्मन ने १९३१ ई० में किया था। स्मिट का यह दंपण

आकाश का भेदन अधिक दूर तक नहीं कर सकता था किन्तु यह धानाम के बहुत बड़े भाग का फोटोचित्र एक बार में ही ले सकता था। यह क्षेत्र दो सौ-इंची दूरबीन के चित्र में चित्रित भाग से छः हजार गुना बड़ा होता है।

चार वर्ष पश्चात् वह ऐतिहासिक दिवस आया जब हुबल उस बड़े विंगप-तया निर्मित ट्यूब में धुने। दुर्भाग्यवश टॉलमैन अपने जीवन में इस दूरबीन का तैयार रूप न देख न पाये। वे १९४७ ई० में अपने घर पेंनाडेना सीट गये और एक वर्ष तक मैट्रान्तिक अन्वेषण-कार्य उसी विषय पर करते रहे, जिसे उन्होंने अपनी प्रतिभा द्वारा यागिंगटन जाने के पहले प्रकाशित, धी-सम्पन्न किया था। उन्होंने विज्ञान के सामाजिक तथा दार्शनिक महत्त्व तथा आशय की व्याख्या में भी अपना विद्वत्तापूर्ण योगदान किया। तीन सप्ताह तक निमोनिया से रोग-ग्रस्त होकर ५ मितम्बर, १९४८ में उनकी मृत्यु हो गई। उनकी मृत्यु से एक सच्चा प्राकृतिक वैज्ञानिक और धमरीका के सर्वश्रेष्ठ प्रतिभाशाली और मानवीयता के गुणों से सम्पन्न वैज्ञानिकों में से एक उठ गया।

नवम्बर, १९४९ ई० में दो सौ-इंची दूरबीन द्वारा नियमपूर्वक निरीक्षण का कार्य आरम्भ कर दिया गया और आकाशगंगा के उन पार के महा-धूम्र की अन्धकारमय घाटियों के द्वार परीक्षण के लिए खुल गये। इस नये यन्त्र द्वारा कई भ्रमभयाओं को हल करना था और रंगों के लालिमा में परिवर्तित होने की आकर्षक समस्या को प्राथमिकता दी गई।

युद्ध के समय में और उसके पहले सैकड़ों आकाशगंगाओं की लालिमा को माउण्ट विल्सन और लिक वेधशालाओं की मन्दाकिनी-वर्णक्रम-निर्धारण की एक सहायकी योजना द्वारा नाप लिया गया था। यह कार्य १९३५ ई० में ही लिक वेधशाला में निकोलस मेयोले ने आरम्भ कर दिया था। माउण्ट विल्सन में विजली द्वारा फोटो खींचने के एक विशेष यन्त्र की सहायता से एडीसन पेटिट ने अनेकों आकाशगंगाओं की सम्पूर्ण ज्योति का मापन कर लिया था। हुमासन भी अब तक अपने काम पर लगे हुए थे। एक नये अत्यन्त तीव्र मन्दाकिनी वर्णक्रमलेखा को दो सौ-इंची दूरबीन के प्रधान दर्पण के पास लगाकर नये और अधिक विस्मयकारी तथ्यों के मिलने की आशा थी।

सभी अन्वेषणों में से एक अत्यन्त आश्चर्यजनक बात का पता चला। लगभग एक करोड़ प्रकाश-वर्ष दूर एक अत्यन्त घूमिल तारागुच्छ, हुबल और हुमासन द्वारा प्रतिपादित दूरी-वेग सम्बन्ध के सिद्धान्त द्वारा प्राप्त गति से लगभग छः हजार दो सौ मील प्रति सैकेण्ड की अधिक गति से भाग रहा था। दूसरे शब्दों

एडविन पावेल हुबल

ये यह मान्यता पड़ती है कि एक करोड़ वर्ष पहले, इतना समय इस अत्यन्त दूरस्थ तारागुच्छ से पृथ्वी तक प्रकाश के आने में लगेगा, ब्रह्माण्ड कही अधिक तेजी के साथ बढ़ रहा था। मान्यता पड़ती है कि इस समय ब्रह्माण्ड के विकास के वेग में कमी आ गई है। कुछ नजदीक की आकाशगंगाएँ तो पृथ्वी पर खड़े वैज्ञानिकों को स्थिर-सी ही दिखाई पड़ती हैं।

उसी समय जब हुबल युद्ध-विभाग के अपने कार्य को समाप्त कर घर लौट रहे थे तभी कैलीफोर्निया की वैज्ञानिक संस्थान की विलियम कैलॉग विकिरण-प्रयोगशाला में तारों के विकास, सौरमण्डल की आयु तथा रासायनिक द्रव्यों की उत्पत्ति के सम्बन्ध में एक नई दिशा में कार्य आरम्भ हो गया था। इस प्रयोगशाला के निदेशक चार्ल्स लौरीसन तथा इरा वीवेन, विलियम फौलर और जैसे ग्रोन स्टार्डिन, जो दो वर्ष बाद आये, अत्यन्त आकर्षक साहसपूर्ण कार्य में लग गये। निरीक्षण द्वारा नाभिकीय प्रतिक्रियाओं की सैद्धान्तिक गणना द्वारा इन्होंने देखा कि ब्रह्माण्ड का द्रव्य ७६ प्रतिशत वजन का हाइड्रोजन तथा २३ प्रतिशत हीलियम से बना है। बाकी १ प्रतिशत अन्य तत्व मिले हुए हैं। उन्हें इस बात के भी प्रमाण मिले कि आणविक वजन के बढ़ने से दूसरे हीलियम में कम सोडियम से मिले कि आणविक वजन के बढ़ने से दूसरे हीलियम में साठे चार करोड़ वर्ष की आयु के हीलियम से बनता है। तारों के विकास के प्रथम चरण से पता चला कि हमारे सौर मण्डल के अधिकतर पुराने नक्षत्र लगभग १ करोड़ वर्ष की आयु के हैं। इस प्रकार हमारा सौर मण्डल आकाशगंगा से, जिसका यह एक भाग है, दो करोड़ वर्ष की आयु में छोटा है। हमारी आकाशगंगा के प्रारम्भ में तो इस सौर मण्डल की उत्पत्ति ही नहीं हुई थी। यह एक ऐसी ज्योति-सम्बन्धी खोज थी जिसका मनुष्य के चिन्तन पर प्रभाव पड़ सकता है।

इन सभी विस्मयकारी खोजों के बीच ब्रह्माण्ड के इस नाटक के प्रधान अभिनेता हुबल को दिन का दौरा हुआ और १८ मितम्बर, १९५३ को अपने ही घर में उनकी मृत्यु हो गई। वे एक बहुत बड़े विद्वान् चिन्तनशील वैज्ञानिक तथा समाज में बहुत जागरूक व्यक्ति थे। अपनी मृत्यु के कुछ महीने पहले एक भाषण में उन्होंने महाशून्य के अपने साहसपूर्ण अभियान की चर्चा करते हुए कहा था, "जैसे मैंने आरम्भ किया, वैसे ही समाप्त कर सकता हूँ। पृथ्वी पर बने अपने पर से हम दूर तक देखते हैं और जिस सप्ताह में हम पैदा हुए उमर समाप्त की कल्पना करने की चेष्टा करते हैं। किन्तु ज्यों-ज्यों दूरी बढ़ती है हमारा ज्ञान कम होता जाता है और क्षितिज के दूर घुघनके के सम्बन्ध में कल्पना-जन्य धामक धारणाएँ बना लेते हैं। हमारी खोज जारी रहेगी। इसकी पुष्टि नहीं हुई है, और इसे दबाया भी नहीं जा सकता।"

हुबल ने ठीक ही कहा था। हुमासन और अन्य वैज्ञानिक रके नहीं। वे और आगे बढ़े और उन्होंने दो अत्यन्त घूमिल तथा बहुत दूर, पृथ्वी से एक करोड़ प्रकाश-वर्ष दूर, तारागुच्छों के लाल रंग की परिवर्तन-क्रिया को नापने का प्रयत्न किया। और इनकी पीछे भागने की गति इन्होंने ६२ हजार मील प्रति सैकण्ड निर्धारित की जो प्रकाश की गति का एक-तिहाई है। किन्तु अब तक दूर की आकाशगंगा के क्षेत्र के सम्बन्ध में कोई ठीक तथ्य प्राप्त नहीं हुए है। दूसरे ज्योतिषियों ने भी सहयोग दिया। इनमें एलन सैनडेज नामक एक नवयुवक थे जो १९५७ ई० में कैलिफोर्निया के वैज्ञानिक संस्थान में ज्योतिष में डाक्टर की उपाधि के लिए आये थे। सैनडेज और कुछ अन्य वैज्ञानिक, टॉलमैन के सापेक्षीय ब्रह्माण्ड के समीकरणों का प्रयोग, अत्यन्त दूरस्थ आकाश-गंगाओं की दूरी-वेग सम्बन्धी रेखाप्रम से विलगाव की व्याख्या करने के प्रयत्न भी करते थे।

विगत कुछ वर्षों में ब्रह्माण्ड की रचना तथा प्रकृति की दो लोकप्रिय नई धारणाएँ बढ चली थी। कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय के ज्योतिषी फ्रेड होयल ने दो नवयुवक ब्रिटिश गणितज्ञों, हरमन वॉडी और टॉमस गोल्ड के साथ, स्थिर ब्रह्माण्ड का एक चित्र प्रस्तुत किया। बाद में गोल्ड हारवर्ड विश्वविद्यालय आये। १९५१ ई० में होयल ने एक विचित्र ब्रह्माण्ड की प्रस्तावना रखी, ऐसा ब्रह्माण्ड जिसका आदि था न अन्त। इस अजीब ब्रह्माण्ड में प्रसीम आकाश है, समय अपरिमित तथा द्रव्य का घनत्व कभी नहीं बदलता। ज्यों-ज्यों यह ब्रह्माण्ड एक निश्चित गति से फैलता है त्यों-त्यों नई आकाशगंगाएँ स्थानपूर्ति के लिए बनती जाती हैं। और चूँकि हाइड्रोजन-परमाणु आकाश में निरन्तर बनते रहते हैं, इसके परिणामस्वरूप ब्रह्माण्ड स्थिर रहता है। इस विचारधारा के प्रमुख वक्ता होयल के अनुसार ब्रह्माण्ड का आरम्भ हाइड्रोजन-परमाणुओं के एक बहुत ठण्डे, पतले तथा सघर्षमय एकत्रीकरण से हुआ। चुम्बकीय आकर्षण से हाइड्रोजन गैस का एक भाग जम गया और अन्त में तारा बना। ज्यों-ज्यों फिर तारे सकुचित होते गये उनका अन्तर-देश सघन और उष्ण होता गया और प्रोटॉन में मिलकर हाइड्रोजन के भारी केन्द्र बनने लगे। फिर ये धीरे-धीरे भारी तत्त्वों में बदलते गये।

दूसरा और अधिक लोकप्रिय ब्रह्माण्ड-चित्र तथाकथित क्रम-विकसित ब्रह्माण्ड का है। इसके समर्थक हैं भौतिकी के रूसी वैज्ञानिक जार्ज गेमाव, जिन्होंने कुछ समय तक लेनिनग्राड के विश्वविद्यालय में अध्यापन-कार्य किया और १९३४ ई० से संयुक्त राज्य में भौतिकी के प्राध्यापक हैं। गेमाव की धारणा है कि ब्रह्माण्ड आरम्भ में इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन इन तीन प्राथ-

मिक तत्त्वों से मिश्रित द्रव्य का सघन रूप था। लगभग पाँच करोड़ वर्ष पहले इस अत्यन्त सघन ब्रह्माण्ड में विस्फोट हुआ। इस भयंकर क्रिया के पाँच मिनट बाद ब्रह्माण्ड ठण्डा हुआ और प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन मिलकर बड़ी-बड़ी इकाइयाँ बने और धीरे-धीरे भारी-से-भारी तत्त्वों का निर्माण हुआ। विस्फोट द्वारा प्रक्षेपित द्रव्य से तारे, ग्रह तथा आकाशगंगाएँ बनीं। इस समूचे विस्फोट में केवल तीस मिनट समय लगा।

सृष्टिशास्त्र के क्षेत्र में हुई नई प्रगति ने ब्रह्माण्ड की आयु की समस्या को फिर उठाया। जैसा हबल ने कहा था कि आकाशगंगा के पार महाशून्य की प्रत्येक अनुसंधान-यात्रा, केवल आकार-प्रकार की जाँच-पड़ताल और खोज ही नहीं करती, यह ब्रह्माण्ड की आयु पर भी प्रकाश डालती है। हाल की नई खोजों ने पुरानी मान्य धारणाओं को झकझोर दिया है। ब्रह्माण्ड की आयु के सम्बन्ध में वैज्ञानिकों ने कई करोड़ वर्षों का अनुमान उत्स्कापिण्ड, विकिरण-क्रिया, समुद्र के खारेपन आदि अनेक अन्य कारणों से लगाया था। किन्तु ज्यों-ज्यों नई दिसाएँ खुलती गयी, वैसे ही उन्होंने समकालिक रीति से वर्षों को छोटी-छोटी अवधि की सीमा में डाल दिया। विकासशील ब्रह्माण्ड अवश्य ही निकट के वर्षों में निर्मित हुआ होगा या फिर अब तक यह और अधिक फैल गया होता भववा पुनः सकुचित होने के पूर्व एकदम फैल कर विस्तारित हो गया होता।

पहले के निरीक्षणों और खोजों द्वारा यही अनुमान होता था कि अधिकतर नक्षत्र एक अरब वर्ष पुराने हैं। कुछ युगल नक्षत्र, जैसा कि उनके परिक्रमा-पथ के आकार से मालूम होता है, दो अरब वर्ष पुराने हैं। यहाँ स्थिति ऐसी बन जाती है कि तारे ब्रह्माण्ड से भी पुराने मालूम पड़ते हैं। क्या यह सम्भव है कि सन्तान अपने पिता से भी अधिक आयु की हो? एडिंगटन ने कहा : "आज काट-छाँट का फैशन है। और यदि विकासशील ब्रह्माण्ड का सिद्धान्त सही है तो फिर हमें अपने समय के माप में ६६ प्रतिशत की कटौती करनी होगी।" उन्होंने विज्ञान को चेतावनी दी कि शायद तारों के जन्म से लेकर अब तक के समय-सम्बन्धी निश्चित किये हुए मत आमक और असत्य निकलें। वास्तव में इन नक्षत्रों की आयु हमारे अब तक के अनुभवों से कहीं कम हो, और इस ब्रह्माण्ड की आयु से तो बहुत ही कम।

१६५२ में माउण्ट पलोमर वेधशाला के वाल्टर वाडे ने यह खोज की कि आकाशगंगाओं के बीच की दूरी को नापने के लिये जो मान-दण्ड निश्चित किया है, वह असत्य मालूम होता है। सीफियड के एक तरह के होने के सम्बन्ध

में धकाएँ व्यक्त की गयी। माउण्ट विल्सन और माउण्ट पलोमर वेधनालाओं के हाल्टन ग्रॉप के मतानुसार आकाशगंगा के सीफियड दूसरी मन्दाकिनियों के सीफियड से एक दम भिन्न हो सकते हैं। आकाशगंगाओं की दूरी जो हमने निश्चित की है, वह अधिक भी हो सकती है, शायद दृगुनी हो। इस सिद्धान्त द्वारा अखिल ब्रह्माण्ड का आकार डिगुणित हो जायगा और इसकी आयु पाँच छ करोड़ वर्ष हो जायगी।

यह कदाचित् सम्भव हो कि दो अत्यन्त दूरस्थ एक करोड़ प्रकाश-वर्ष की दूरी पर के तारा-गुच्छों के सम्बन्ध में हुआसन द्वारा किये जाने वाले परीक्षणों के परिणाम से इस समस्या को तथा ऐसी ही कई और महत्वपूर्ण समस्याओं को सुलझाया जा सकेगा। एक दुर्घटना द्वारा प्रादुर्भूत रेडियो-ज्योतिष, द्वारा ही शायद हमारी समस्याओं का निदान हो। दो सी-इची आकाश-दूरबीन की उपयोगिता जब समाप्त हो जायगी, तब रेडियो-दूरबीनों का सहारा लेना पड़ेगा। ये उगलियाँ महाआकाश के दूरतम भागों में पहुँचने की क्षमता रखती हैं। विस्कॉन्सिन विश्वविद्यालय में शिक्षा प्राप्त कर ओकलाहामा के निवासी एक नवयुवक ने बहुत कम उम्र में ही इस वैज्ञानिक यंत्र का आविष्कार किया।

१९२८ में बेल टेलीफोन प्रयोगशाला के हॉम डेल, न्यू जरसी केन्द्र के तकनीकी कर्मचारी के रूप में कार्ल जांस्की की नियुक्ति हुई, उनको स्टेटिक के कुछ स्रोतों का, पता लगाने का काम सौंपा गया। यह एक अत्यन्त व्यावहारिक समस्या थी। एटलान्टिक के उस पार रेडियो टेलीफोन द्वारा भेजे जाने वाले मन्देशों पर इनका प्रभाव पड़ता था। जांस्की ने चक्रकार दिश्य एनटेना का उपयोग किया जिससे स्टेटिक के कारणों का पता लग सके। अन्त में वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि इसका स्रोत पृथ्वी के वायुमण्डल के बाहर किसी स्थान पर है। उनका विश्वास था यह हमारी आकाशगंगा के केन्द्र में है, जिस की दूरी अनुमानतः २६००० प्रकाश-वर्ष है। ब्रह्माण्ड को जानने-देखने की एक नयी खिड़की खुलने वाली थी।

१९२५ तक यही विश्वास किया जाता था कि इलेक्ट्रॉन, अपनी धुरी पर लट्टू की तरह घूमता है। इसके द्वारा यह खोज सम्भव हुई कि अणुओं में रेडियो-तरंगें निकलती हैं। इन रेडियो तरंगों की ध्वनि को कैसे पकड़ा जाय, यह एक विकट समस्या थी। दूसरे देशों के वैज्ञानिकों ने अनुसंधान की इस नई दिशा में अत्यधिक रुचि ली और बाहरी आकाश के विद्युन्ध मेघों के विकिरण आवेशों को पकड़ने के लिये घोर परिश्रम और प्रयत्न किये। हाइड्रो-

जन आयन का संगीत ही वैज्ञानिकों का ध्येय नहीं था। वे ब्रह्माण्डीय तुमुल ध्वनि के प्रमुख स्वरों को सुनने के लिये भी उत्सुक थे। अमरीकी विज्ञान इस क्षेत्र में पिछड़ गया।

इंग्लैंड, आस्ट्रेलिया, हॉलैण्ड और सोवियत रूस में बड़े सुग्राही रेडियो रिसेीवर तैयार किये गए और ये रेडियो में आने वाली निरर्थक आवाज को बहुत कम करके निश्चित स्रोतों की ध्वनि प्रसारित करने में समर्थ थे। रेडियो दूरबीन, रेडियो तरंगों को एकत्र कर उसी तरह फोकस कर लेती थी जैसे साधारण दूरबीन प्रकाश-तरंगों को फोकस करती है। एक प्रकार की रेडियो दूरबीन परवलयिक दर्पण है जो एन्टेना द्वारा गृहीत तरंगों को विजली की अधिक शक्ति से बढ़ाकर रेडियो रिसेीवरो में पहुँचाती है। मैनचेस्टर विश्व-विद्यालय ने जोर्डेन बैंक, चेसायर में, १९५० ई० में ढाई सौ फुट की एक रेडियो-दूरबीन निर्मित की। इसकी डिस्क को घुमाया जा सकता था। रूसियों ने साढ़े तीन सौ फुट की डिस्क वाले रेडियो-दूरबीन के निर्माण की सूचना दी है। कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय की केवेंडिश प्रयोगशाला में एक और भी शक्ति-शाली तथा आधुनिक यंत्र बन रहा है। यह छः करोड़ प्रकाश-वर्ष की दूरी तक भेदन कर सकता है। यह दूरी माउण्ट प्लोमर की चोटी पर लगी दूरबीन की भेदन-शक्ति की तिगुनी है।

इस क्षेत्र में अमरीकी वैज्ञानिक अब आगे बढ़ रहे हैं। २५ मार्च, १९५१ की रात हेरोल्ड ईवेन ने पृथ्वी के वायुमण्डल के बहुत ऊपर आकाश के हाइड्रोजन मेघों के विकिरण को ध्वनि-अंकित किया। इसके तुरन्त बाद हारवर्ड कालेज की प्रयोगशाला ने अपनी २४ फुट की रेडियो दूरबीन द्वारा आकाशगंगा के हाइड्रोजन मेघों के शोधकार्य की एक योजना चला दी और १९५६ ई० में अपने एसाइज केन्द्र पर एक नया यंत्र स्थापित किया। इस यंत्र में ६० फुट की डिस्क है। संयुक्त राज्य की नौसेना—प्रयोगशाला में पचास फुट डिस्क वाला यंत्र है और चौरासी फुट डिस्क वाली रेडियो-दूरबीन रिवरसाइड मेरीलैण्ड में लगी है। राष्ट्रीय विज्ञान प्रतिष्ठान की प्रयोगशाला में ८५ फुट की डिस्क वाला यंत्र है तथा नौसेना की प्रयोगशाला में अमरीका में सबसे बड़ी १४० फुट की डिस्क वाली रेडियो दूरबीन लगी है।

शोध के इस आकर्षक तथा शीघ्र विकास से इस क्षेत्र में बहुत काफी प्राप्ति हुई है। १९४६ ई० में सिगनस, कैसियोपिया तथा क्रैब नेबुला में पहली चार रेडियो-नक्षत्रों की खोज हुई। १९५० तक कैम्ब्रिज के आकाशदर्शियों ने उत्तरी गोल में पचास रेडियो-नक्षत्र खोज निकाले और आस्ट्रेलिया के एक

दल ने दक्षिणी आकाश में लगभग इतने ही रेडियो-नक्षत्रों का पता लगाया । पाँच वर्ष बाद ऐसे दो हजार स्यानों का पता लग गया था और दूर होने के साथ-साथ इन रेडियो-केन्द्रों की सघनता तथा शक्ति बढ़ती पायी गई । हमसे ब्रह्माण्ड के विकासशील सिद्धान्त को बहुत बल मिलता है ।

अनुसन्धान का यह क्षेत्र अत्यन्त आकर्षक और विस्मयकारी है । ज्यों-ज्यों अधिक सुप्राही यंत्रों का निर्माण होगा, त्यों-त्यों अधिक अप्रत्याशित और उत्तेजक तत्त्व सामने आयेंगे । इसी तरह का एक यंत्र मैसाचुसेट्स के वैज्ञानिक-संस्थान में निर्मित हुआ है, जिसमें इलेक्ट्रॉनिक्स द्वारा अत्यन्त संतोपप्रद तराण-श्रिया से बढ़िया विवर्तन-जालियाँ तैयार की जाती हैं । नौ-सैनिक विज्ञान संस्थान के कार्यकर्ताओं के सहयोग से कोलम्बिया-विश्वविद्यालय के चार्ल्स टाउन्स ने १९५४ में एक नये रेडियो-तरंग-प्रवर्धक का निर्माण किया । इसको मेसर (MASER) के नाम से पुकारते हैं । तीन वर्ष पश्चात् हार्वर्ड विश्वविद्यालय के निकोलस ब्लूमवर्गन ने एक नये प्रकार के 'मेसर' का निर्माण किया । इसके द्वारा विशेषकर आकाशगंगीय हाइड्रोजन की तरंगों से सम्पर्क स्थापित किया जा सकता था । इसमें संश्लिष्ट भाणिक स्फटिक का प्रयोग किया गया है और इसकी सहायता से रेडियो-दूरबीन का क्षेत्र दस गुना अधिक बढ़ जायगा । इसके द्वारा वैज्ञानिक महादूष्य की ध्वनि सुन पावेंगे और इससे हम अखिल ब्रह्माण्ड के दूसरे छोर तक पहुँच सकेंगे ।

कदाचित्, इस अखिल ब्रह्माण्ड की उबलती हुई कडाही का मन्थन कर, अमरीकी विज्ञान ऐसी निधियाँ प्राप्त कर सकेगा जो अखिल विश्व की प्रकृति तथा रचना के हमारे अनेकों प्रश्नों का सन्तोपप्रद और समुचित उत्तर देंगे ।

अर्नेस्ट आर्लेण्डो लारेंस

(१९०१—१९५८)

विश्व विज्ञान का ऐतिहासिक मोड़

विज्ञान को परमाणु के हृदय को वेधने के महत्त्वपूर्ण कार्य के लिए बीसवीं शताब्दी तक प्रतीक्षा करनी पड़ी। पदार्थ और विकिरण, दोनों के रहस्यों का पता लगाने के लिए इस कार्य की योजना बनाई गई। इस कार्य में इतना अधिक विलम्ब इसलिए हुआ, क्योंकि इसके लिए नए उपकरणों, इंजीनियरी के विकसित तरीकों और नई विधियों की आवश्यकता थी। वैज्ञानिक यह अनुभव कर रहे थे कि संसार भर के वैज्ञानिकों के सहयोगी प्रयास से ही विज्ञान की बुनियादी समस्याओं को सफलतापूर्वक सुलझाया जा सकता है। इस नई विचारधारा के एक नेता ने कहा कि "वह युग बीत गया है, जब एक वैज्ञानिक, चाहे उसकी लगन कितनी भी अधिक क्यों न हो, बिना किसी अन्य की सहायता के महत्त्वपूर्ण प्रगति कर सकता था। कुछ परीक्षण-नलियों और थोड़े-बहुत तारों तथा उपकरणों से प्रयोग करने का जमाना गुजर गया है। परमाणु के नाभिक के रहस्य को उद्घाटित करने के लिए बड़े इंजीनियरी पैमाने पर विशाल यंत्रों का विकास और निर्माण करना होगा।" इसके लिए अत्यधिक धन की आवश्यकता थी, जो नए अनुसंधान संगठनों और मानव-हितकारी संस्थाओं ने दिया। यद्यपि इस महान् कार्य का आरम्भ यूरोप में हुआ, पर जल्दी ही अमरीका के भौतिकी-विज्ञानी और रसायनशास्त्री इस कार्य में सम्मिलित हो गए, और अन्ततः उन्होंने इस कार्य का नेतृत्व संभाला।

१८९७ में भौतिकी-विज्ञान की एक घटना ने संसार को हिला दिया। अब तक परमाणु को पदार्थ की सबसे छोटी इकाई माना जाता था, पर जोसेफ जॉन टामसन ने इस बात को गलत सिद्ध कर दिया। टामसन कैम्ब्रिज, इंग्लैंड की केवेंडिश भौतिकी प्रयोगशाला के अध्यक्ष थे। और उनके प्रथम बहुत मेधावी विद्यार्थी कार्य कर रहे थे। उस वर्ष ३० अप्रैल को टामसन ने घोषणा

की कि कैथोड किरण (ऋणाद्य किरण) ऋण विद्युत् के कण हैं। इन कणों को उन्होंने इलेक्ट्रॉन कहा, जो परमाणु का भाग हैं। उन्होंने कहा कि यह कहना मही नहीं है कि परमाणु को विभाजित नहीं किया जा सकता। परमाणु से भी एक छोटा कण, इलेक्ट्रॉन है। और इस अनुसंधान से विज्ञान की एक प्राचीन मान्यता समाप्त हो गई।

टामसन का अनुमान था कि इलेक्ट्रॉन का भार हाइड्रोजन के एक परमाणु के भार का १८००वां भाग होता है। हाइड्रोजन सब रासायनिक तत्वों में सबसे हल्की होती है। समार भर के वैज्ञानिक टामसन के प्रयोगों में पूरी तरह आश्चर्य नहीं हुए। स्वयं टामसन भी पूरी तरह आश्चर्य नहीं थे। उन्होंने अपने एक विद्यार्थी चार्ल्स टामसन रीज विल्सन को बुलाकर पूछा कि "क्या तुम इलेक्ट्रॉन का फोटो ले सकते हो?" विल्सन ने छह वर्ष तक इस काम के लिए एक कैमरा तैयार करने का प्रयास किया और १९११ में वे एक चित्र लेने में सफल हुए, पर यह चित्र सतोपप्रद नहीं था। कैमरे की प्लेट पर एक इलेक्ट्रॉन के, परमाणु से निकलने के बाद के मार्ग की रेखाओं का जाल सा दिखाई पड़ा। इसे इस इलेक्ट्रॉन का फॉग-ट्रैक या कुहरा-पथ कहा गया और इसकी उपस्थिति इलेक्ट्रॉन के अस्तित्व को सिद्ध करने का अकाट्य प्रमाण थी।

विल्सन ने अपने बलाउड चेम्बर की ईजाद से इन कार्य में अत्यधिक सहायता दी। इस उपकरण में अनेकों सुधार किए गए थे और इसने परमाणु के रहस्य का पता लगाने में बहुत सहायता दी चाहे यह इस कार्य का एकमात्र अनिवार्य साधन न रहा हो। इसकी सहायता के बिना परमाणु के विलंबन का महत्त्वपूर्ण और आश्चर्यजनक काम सम्भवतः असम्भव हो जाता। आज परमाणु-भौतिकी में इसका वही स्थान है, जो ज्योतिर्विज्ञान में दूरबीन का और जीव-विज्ञान में सूक्ष्मदर्शी का। इस ईजाद के सोलह वर्ष बाद विल्सन को नोबेल पुरस्कार देकर सम्मानित किया गया।

टामसन ने इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान की जो संख्या बताई थी, वह अनुमान-भर थी। इसका अन्तिम और निश्चित निर्धारण राबर्ट एण्ड्रूज मिलिकन ने सिकागो-विश्वविद्यालय की भौतिकी प्रयोगशाला में किया। राबर्ट के माता-पिता यह बात कभी सपने में भी न सोचते थे कि उनका पुत्र वैज्ञानिक बनेगा। यदि स्वयं उनका हम्भन इस विषय की ओर था, तो उन्हें स्वयं इस बात का पता वाइस वर्ष की उम्र तक न चला। २५ वर्ष की उम्र में उन्होंने यह निश्चय किया कि उन्हें भौतिकी-विज्ञानी बनने का प्रशिक्षण लेना चाहिए।

विज्ञान के आकर्षण ने उन्हें अपने शिकंजे में जकड़ लिया। उन्होंने माइकेल फ्यूपिन के अधीन अध्ययन किया, जिन्होंने मिलिकन को गोटीजेन जाकर वाल्टर नन्स्ट के अधीन अध्ययन करने के लिए पैसा उधार दिया। उसके कुछ समय बाद माइकेलसन ने उन्हें शिकागो विश्वविद्यालय में भौतिकी-विज्ञान में महायक के रूप में काम करने का निमन्त्रण दिया।

मिलिकन इलैक्ट्रॉन का भार पता लगाने जा रहे थे। उन्होंने एक बहुत अच्छी विधि (तेल-बिंदु विधि) निकाली, जिससे उन्हें एक विद्युत् तुला उपलब्ध हुई, जो किसी भी अन्य तुला से हजारों गुना बेहतर थी। उन्होंने एक इलैक्ट्रॉन को अलग किया और इसके चार्ज का पता लगाया। उनके अनुसार इलैक्ट्रॉन का भार हाइड्रोजन के एक परमाणु भार का $\frac{1}{1836}$ था। भौतिकी के इस महत्त्वपूर्ण अनुसंधान पर मिलिकन को १९२३ में नोबेल पुरस्कार मिला।

इलैक्ट्रॉन सिद्धान्त से अनेकों जटिल समस्याएँ हल हुईं और बहुत से विचित्र प्रभावों का पता चला। टामसन ए० एडीसन ने १८८३ में जो प्रेक्षण किया था, उसका सन्तोषप्रद उत्तर इलैक्ट्रॉनों से मिला। एडीसन ने देखा कि जब किसी धूम्रकृत काँच के बल्ब के कार्बन फिलामेंट को बैटरी से गर्म किया जाता है, तो बल्ब की धातु की प्लेट में करंट आ जाता है। यह तभी होता है, जब बैटरी के धनाग्र को धातु की ठण्डी प्लेट से जोड़ा जाता है। इस प्लेट को बैटरी के ऋणाग्र से जोड़ने पर यह करंट नहीं आता। तो यह करंट किस प्रकार धूम्र को पार कर गर्म फिलामेंट से ठण्डी प्लेट तक पहुँचा और इस प्लेट को बैटरी के धनाग्र से ही जोड़ने पर यह बात हुई? इलैक्ट्रॉन के अनुसंधान तक इन प्रश्नों का कोई उत्तर नहीं था। ब्रिटेन के महान् बिजली इन्जीनियर और एडिसन के मित्र जॉन ए० फ्लेमिंग ने उस समय समझाया कि एडीसन का यह प्रभाव गर्म कार्बन फिलामेंट से निकलने वाले ऋणात्मक इलैक्ट्रॉनों से उत्पन्न होता है और धूम्रकृत ट्यूब की धनात्मक प्लेट उन्हें अपनी ओर आकर्षित करती है। बहुत तेज गर्म कार्बन परमाणुओं से ये इलैक्ट्रॉन निकलते हैं।

इलैक्ट्रॉन के अनुसंधान के बाद जे० जे० टामसन ने तर्क दिया कि सब तत्त्वों के तटस्थ उदासीन परमाणुओं में ऋणात्मक इलैक्ट्रॉन के प्रभाव के मुकाबले के लिए धन-विद्युत् होना भी आवश्यक है। पर सब पदार्थों में धन विद्युत् वाले कणों को किस प्रकार सिद्ध किया जा सकता था? इस को सुलझाने का काम टामसन के एक विद्यार्थी अर्नेस्ट रदरफोर्ड ने :
में लिया। रदरफोर्ड न्यूजीलैंड से कैम्ब्रिज आए थे। यदि वे परमाणु

में टिपे रहस्य को जानना चाहते थे, तो यह आवश्यक था कि वे बहुत तेजी से चलने वाले अत्यधिक छोटे कणों का उपयोग करें। १९०२ में उन्होंने ऐमी ही मूधम 'गोली'—एल्फा कण का अनुसंधान किया, जिसे उन्होंने रेडियम में विकिरित होने के बाद पतले कांच की ट्यूबों में बन्द कर लिया था। उन्होंने इन हीलियम का विद्युन्मय परमाणु बताया था। एल्फा-कण रेडियम से १२ हजार मील प्रति सैकण्ड की गति से निकलते हैं और इसका द्रव्यमान एक इलैक्ट्रॉन से लगभग आठ हजार गुना अधिक होता है। उस समय विज्ञान को ज्ञात कणों में इस कण की ऊर्जा सर्वाधिक मानी, ७० लाख इलैक्ट्रॉन वोल्ट, थी।

रदरफोर्ड ने वर्षों तक अपने युवक सहायकों, हस गीजर और जेम्स चाड-विक की सहायता से इन छोटे-छोटे कणों को सोने के बकों पर फेंका। उनमें से कुछ सोने के बकों में से गुजर गए। अन्य कुछ विभिन्न कोण बनाते हुए परावर्तित हुए और कुछ कण इसे पार नहीं कर सके, बल्कि बिल्कुल सीधे वापस आए। इस अन्तिम बात से उन्हें अत्यधिक आश्चर्य हुआ। उन्होंने कहा कि "यह मेरे जीवन की सबसे अधिक आश्चर्यजनक और भविष्यसनीय घटना थी। यह उतनी ही भविष्यसनीय घटना थी कि आप एक अत्यधिक पतले टिश्यू कागज पर पन्द्रह इंच का तोप का गोला रागों और बहू कागज से टकरा कर उलट कर आपको लगे।" मई, १९११ में उन्होंने जो लेख प्रकाशित किया, बाद में उसकी गणना विज्ञान के गौरवपूर्ण लेखों में हुई। इस लेख का शीर्षक स्कैटरिंग आफ एल्फा एण्ड बीटा पार्टिकल्स एण्ड दि स्ट्रक्चर आफ दि एटम था। रदरफोर्ड उस समय मानचेस्टर विश्वविद्यालय में भौतिकी के प्रोफेसर थे और उन्होंने बताया कि उनके हजारा फार्म-ट्रैको से पता चला कि उनके द्वारा प्रक्षिप्त एल्फा-कण सोने के अरबों परमाणुओं की एक सीधी रेखा में पार कर निकल गए। पर कुछ ऐसे एल्फाकण भी थे, जिनके रेखा-चित्रों को देखने से पता चलता था कि अधानक उन्हें किसी वस्तु ने उनके निश्चित पथ से अलग फेंक दिया, मानो वे किसी अत्यधिक कड़ी वस्तु से टकरा गए हों। इस बात से उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि परमाणु के केन्द्र में ऐसी कोई अत्यन्त ठोस वस्तु होनी चाहिए, जो इन अत्यन्त छोटे-छोटे कणों को परमाणु के बीच से नहीं गुजरने देती। इसके अलावा उन्होंने जिन तत्वों पर इन सूक्ष्म कणों से प्रहार किया, उन सबसे हाइड्रोजन के धनात्मक परमाणु निकले। इस प्रकार रदरफोर्ड ने प्रत्येक परमाणु के एक और अनिवार्य अंग का अनुसंधान किया, जो ऋणात्मक इलैक्ट्रॉन का प्रतिरूप था। इस धनात्मक कण को उन्होंने प्रोटॉन नाम दिया और यह इलैक्ट्रॉन से १८३६ गुना भारी था। प्रोटॉन एक इलैक्ट्रॉन-रहित हाइड्रोजन का सामान्य परमाणु था।

रदरफोर्ड ने ही पहली बार आणविक परमाणु की कल्पना की। उन्होंने हमें पदार्थ की रचना का नया चित्र दिया। पदार्थ परमाणु से बना होता है, जो सौरमंडल जैसे होते हैं। प्रत्येक परमाणु का एक भारी केन्द्र या नाभिक होता है, जिसमें धनात्मक विद्युत् या प्रोटॉन होते हैं। इनके चारों ओर बहुत छोटे-छोटे इलैक्ट्रॉन घूमते रहते हैं। नाभिक और उसके चारों ओर घूमने वाले इलैक्ट्रॉनों के बीच खाली स्थान होता है, जो वस्तुतः इतना शून्य होता है कि परमाणु मकड़ी के जाले के छिद्रयुक्त तन्तुओं जैसा लगता है। समस्त पदार्थ केवल इलैक्ट्रॉनों और प्रोटॉनों से निर्मित होते हैं।

नाभिक के चारों ओर के इलैक्ट्रॉन एक स्थान पर स्थिर नहीं रहते। वे निरन्तर गतिशील रहते हैं और नाभिक के चारों ओर विभिन्न कक्षाओं में अत्यधिक गति से चलते हैं। परमाणु की इस रचना के कारण ही रदरफोर्ड ने परमाणु को एक सूक्ष्म सौरमंडल के अनुरूप बताया, जिसका नाभिक सूर्य होता है और उसके चारों ओर घूमने वाले इलैक्ट्रॉन सूर्य के चारों ओर घूमने वाले नक्षत्रों के समान होते हैं। इतनी अधिक गति के कारण ही इलैक्ट्रॉन परमाणु के केन्द्र में नहीं गिरते जो धनात्मक होता है। इसी प्रकार सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाते समय हमारी पृथ्वी और अन्य नक्षत्र गुरुत्वाकर्षण के कारण अत्यधिक विशाल सूर्य में नहीं गिरते।

दूसरा महत्वपूर्ण सवाल था, 'प्रत्येक परमाणु में कितने प्रोटॉन होते हैं?' रदरफोर्ड ने परिकल्पना की कि प्रत्येक तत्व के नाभिक का चार्ज उस तत्व के परमाणु-भार के अनुपात में होना चाहिए। १९१२ में उन्होंने इस समस्या के अनुसंधान का काम अपने सर्वाधिक मेधावी विद्यार्थी २६वर्षीय हेनरी जी० जे० मोसेली को सौंपा। वर्ष की समाप्ति से पहले ही मोसेली ने परमाणु-संख्याओं के नियम का अनुसंधान किया; ६२ रासायनिक तत्वों की सूची में तत्व का जो स्थान होता है, वही उसकी परमाणु-संख्या होती है। मोसेली की इस सारिणी में पहला तत्व हाइड्रोजन था, जिसकी परमाणु-संख्या एक थी। यूरेनियम इस सारिणी का अन्तिम तत्व था और इसकी परमाणु-संख्या ६२ थी। रासायनिक तत्वों की यह नई सारिणी एक रूसी, दिमित्री मेनदेलीफ की सारिणी से ज्यादा मौनिक थी, जिन्होंने १८६९ में संसार को तत्वों की आवर्त सारिणी दी।

रदरफोर्ड ने फ्लास्को में बन्द नाइट्रोजन-गैस के परमाणुओं पर एल्फा-कणों से प्रहार किया। वर्षों तक वे ये परीक्षण करते रहे। जब पहला महायुद्ध शुरू हुआ तो केवेंडिश प्रयोगशाला के अनुसंधानकर्ताओं को परमाणु के रहस्योद्-

घाटन का अग्रणी कार्य रोजना पडा। प्रायः एक ही दिन में इनके वैज्ञानिकों को विभिन्न सरकारी सेवाओं में भेज दिया गया, पर रदरफोर्ड अपने अनुसंधान के लिए थोड़ा बहुत समय निकाल लेने थे।

युद्ध की समाप्ति पर रदरफोर्ड को टामसन के स्थान पर केबेडिम प्रयोगशाला का अध्यक्ष नियुक्त किया गया और जून १९१६ को अपने एक महत्वपूर्ण अनुसंधान की सफलता की घोषणा की। इस प्रयोग की सफलता का प्रमाण बहुत सूक्ष्म था। उसे पहली बार देगना बडा कठिन था, पर बाद में विल्सन बनाउड चेम्बर की फोटो-प्लेट ने इस रहस्य को स्पष्ट किया। इस प्लेट के फुहरा-पथ की एक टूटी हुई रेखा ने यह बात स्पष्ट कर दी कि एक एल्फा-कण को अपना बहुत छोटा-सा लक्ष्य मिल गया था और उसने नाइट्रोजन परमाणु के नाभिक में प्रवेश किया तथा एक प्रोटॉन को नाभिक से निकाल कर नाइट्रोजन को एक दूसरे तत्व आर्सेनिक में परिवर्तित कर दिया। यह विज्ञान के इतिहास में पहला सफल कृत्रिम तत्वांतरण था। अर्थात् कृत्रिम उपायों से एक तत्व को दूसरे तत्व में बदल दिया गया था।

पर अभी भी रदरफोर्ड की परमाणु की गौर मंडल जैसी रचना की कल्पना को पूरी तरह सिद्ध करना था। गैसीय तत्वां को तपा कर उद्दीप्त करने से जो विचित्र वर्णक्रम या बहुत चमकीली रेखाएँ दिखाई पड़ती हैं, उन्हें समझाया न जा सका। यदि इलेक्ट्रॉनों की गति के कारण वर्णक्रम का यह प्रकार उत्पन्न होता है, तो रदरफोर्ड के परमाणुओं की निरन्तर यह प्रकाश विकिरित करना चाहिए क्योंकि उनके कथनानुसार इलेक्ट्रॉन तेज गति से निरन्तर घूमते रहते हैं। यदि इन इलेक्ट्रॉनों की इतनी अधिक गति कायम न रहे, तो वे परमाणु के नाभिक में गिर जायेंगे। स्पेक्ट्रोस्कोप से जो बात स्पष्ट हुई थी, उसे वैज्ञानिक विद्युत्गतिकी के नियमों के आधार पर नहीं समझा सके। अब गतिरोध उत्पन्न हो गया था।

डेनमार्क के एक युवक नील्स बोह्र ने इस गतिरोध को समाप्त किया। वे १९१२ की वसन्त ऋतु में रदरफोर्ड के अधीन काम करने मानचेस्टर आए थे। बोह्र ने अपने वर्ष, २८ वर्ष की उम्र में तीन अन्तिकारी लेख प्रकाशित किए, जिनमें धाणविक परमाणु के महत्व को समझाया गया था। उन्होंने कहा कि विद्युत्गतिकी के पुराने नियम परमाणु के भीतर की क्रियाओं पर लागू नहीं होने। उन्होंने इसे समझने के लिए मैक्सप्लांक के ऊर्जा क्वांटा सिद्धान्त का सहारा लिया। विज्ञान के इतिहास का यह एक महान् अन्तिकारी सिद्धान्त १९०० की समाप्ति की ओर प्रतिपादित हुआ था। प्लांक ने कहा था कि

ऊर्जा कणदार होती है। यह निरन्तर प्रवाहित नहीं होती, बल्कि छोटे सीमित पुंजों में, जिन्हे क्वाटा कहते हैं, ऊर्जा प्रवाहित होती है। प्रत्येक क्वाटा का द्रव्यमान, तरंग लम्बाई पर निर्भर करता है। बोह्र ने कहा कि परमाणु के बाहरी इलेक्ट्रॉन वृत्ताकार कक्षाओं में नाभिक के चारों ओर घूमते रहते हैं। कॅथोड किरण, एक्स किरण और यहाँ तक कि ताप आदि बाह्य शक्तियों के प्रभाव के बिना इस क्रम में अन्तर नहीं पड़ता। उक्त शक्तियों द्वारा बाधा उत्पन्न होने पर इलेक्ट्रॉन एक कक्षा से कूद कर नाभिक के पास की दूसरी कक्षा में पहुँच जाते हैं। इलेक्ट्रॉन के एक कक्षा से दूसरी कक्षा में पहुँचने से वर्णक्रम में एक भिन्न रेखा दिखाई पड़ती है और प्रत्येक इलेक्ट्रॉन के इस प्रकार दूसरी कक्षा में कूदने से विद्योप प्रकार का प्रकाश होता है। इस विधि से बोह्र ने हाइड्रोजन के जटिल वर्णक्रम को समझाया और अन्य तत्त्वों की इलेक्ट्रॉन कक्षाओं का पता लगाने का प्रयास किया।

१९१६ में गिल्बर्ट एन० लेविस ने परमाणु की रचना का आगे स्पष्टीकरण किया। केलिफोर्निया विश्वविद्यालय के इस प्रतिभावान सैद्धान्तिक वैज्ञानिक और प्रयोगकर्ता ने एक लेख प्रकाशित किया, जिसमें नाभिक के चारों ओर नक्षत्रों की तरह घूमने वाले इलेक्ट्रॉनों की स्थिति को ध्यान में रखकर परमाणु की नई रचना का स्पष्टीकरण किया गया था। उन्होंने कहा कि नाभिक के चारों ओर काल्पनिक धनात्मक कवच या शैल होते हैं, जिनमें विभिन्न संख्याओं में इलेक्ट्रॉन होते हैं, जिनकी स्थिति निश्चित रहती है। तीन वर्ष बाद इरविंग लैंगम्योर ने अपने एक-केन्द्रीय कवच सिद्धान्त का प्रतिपादन कर उक्त विचार को और व्यापक बनाया। लैंगम्योर, जनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी के कर्मचारी थे। वे परमाणु की ऐसी रचना की खोज में थे, जो रासायनिक क्रिया को स्पष्ट कर सके। उन्होंने इसकी धुरुआत मोसेली की परमाणु संख्या सारिणी से की। हीलियम (परमाणु संख्या-२) और नियोन (परमाणु संख्या १०) स्थायी तत्त्व थे, जो अन्य तत्त्वों से संयोग नहीं करते थे। अतः इन तत्त्वों के इलेक्ट्रॉन निश्चित रूप से स्थायी या स्थिर रहते होंगे, जिसके कारण रासायनिक क्रिया असम्भव थी। लैंगम्योर ने कल्पना की कि हीलियम के परमाणु के नाभिक में प्रोटॉन स्थिर रहते हैं और इसके इलेक्ट्रॉन भी गतिशील नहीं होते और नाभिक के बाहर के एक कवच में दो अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन घूमते रहते हैं। बोह्र ने जिन विभिन्न कक्षाओं की कल्पना की थी, इन कवचों की बीच की दूरी को भी उसके अनुसार ही रखा गया। लैंगम्योर ने कहा कि सब परमाणुओं की प्रवृत्ति सबसे बाहर के कवच को पूरा करने की होती है। पहले कवच में दो परमाणु और दूसरे कवच में आठ परमाणु हैं।

स्थिर समूह बनाने की इस प्रवृत्ति से तत्त्वों की रासायनिक क्रिया को समझाया जा सकता है। हाइड्रोजन इसलिए बहुत क्रियाशील है, क्योंकि इसके कवच में केवल एक इलेक्ट्रॉन होता है। यह अधूरा रहता है और हीलियम की तरह स्थिर समूह बनाने के लिए इसे एक और इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। जियोन के नाभिक के बाहर दस इलेक्ट्रॉन होने के कारण यह स्थिर रहता है। इसके पहले कवच में दो इलेक्ट्रॉन और बाहर के दूसरे बड़े कवच में आठ इलेक्ट्रॉन होते हैं, दोनों कवचों का एक ही केन्द्र होता है। अतः दस और दस की परमाणु संख्या के बीच के सब तत्त्व अपने दूसरे कवचों की पूर्णता या अपूर्णता के अनुसार ही सक्रिय होते हैं।

इस बीच भौतिक विज्ञान के क्षेत्र में बहुत अधिक कल्पनाएँ की जा रहीं थी। गणित विशेषज्ञ ने भी इस क्षेत्र में प्रवेश किया। परमाणु की रचना के भौतिक और गणित सिद्धान्त अत्यधिक सत्या में प्रतिपादित हो रहे थे। इन नए दृष्टिकोणों के बावजूद परमाणु का नाभिक अनिश्चितता का समूह बना हुआ था। कुछ तत्त्वों के नाभिकों की रचना की कुछ जानकारी मिल चुकी थी। यह जानकारी रेडियम और थोरियम, कॉलोनियम और यूरेनियम आदि रेडियमधर्मी तत्त्वों के विच्छेदन सम्बन्धी अनुसंधानों से उपलब्ध हुई। ये तत्त्व अपने नैसर्गिक विच्छेदन द्वारा माधारण तत्त्वों में परिवर्तित हो जाते हैं और उस समय इस क्रिया की पूरी तरह से नहीं समझा जा रहा था। १९०२ में रदरफोर्ड और फ्रेड्रिक सीडी ने यह पता लगाया कि रेडियम के विच्छेद में तीन किस्म की किरणें और कण निकलते हैं। रेडियम से एल्फा-कण, बीटा-कण और गामा किरण निकलती हैं। उस समय यह विश्वास था कि रेडियो-सक्रिय तत्त्वों के नाभिकों में इलेक्ट्रॉन और विद्युन्मय हीलियम कण होते हैं। क्या यह बात अन्य तत्त्वों के बारे में भी सही है?

अमरीकी विज्ञान, सिद्धान्त के इस एक और क्षेत्र में कदम बढ़ाने को तैयार था। मिकागो विश्वविद्यालय में मिनिस्कॉकी प्रयोगशाला के पास के कमरे में विलियम डी० हारकिंस ने १९१४-१५ की सर्दियों में परमाणु नाभिक की किसी ऐसी विशेषता का पता लगाने की कोशिश की जो नए वर्गीकरण का आधार बन सके। यह विशेषता नाभिक की स्थिरता थी। उन्होंने इस सिद्धान्त का प्रतिपादन किया कि सब तत्त्वों के नाभिक हाइड्रोजन और हीलियम के यौगिकों से निर्मित होते हैं। सब परमाणु-संख्या वाले परमाणु विषम परमाणु संख्या वाले परमाणुओं में ज्यादा स्थिर या स्थायी होते हैं। यही कारण है कि वे प्रकृति में अधिक मात्रा में मिलते हैं। उन्होंने यह भी कहा कि भारी तत्व, हल्के तत्त्वों से धीरे-धीरे बनते हैं और यह क्रिया हाइड्रोजन-

जन और हीलियम समूहों के संयोग से होती है। जहाँ तक रेडियम का प्रश्न है, हारकिन्स का हाइड्रोजन हीलियम सिद्धान्त वैज्ञानिकों को स्वीकार था, क्योंकि इससे इलेक्ट्रॉन और हीलियम दोनों उपलब्ध होते हैं।

पर क्या हारकिन्स का सिद्धान्त अन्य परमाणुओं पर भी लागू हो सकता है? इस प्रश्न का उत्तर देने के लिए हारकिन्स ने रदरफोर्ड के १९१६ के प्रयोग को दोहराने का निश्चय किया। उन्होंने अपनी आवश्यकता के अनुसार विस्सन बलाउड चेम्बर में परिवर्तन किया और उन्होंने १९२१ में नाइट्रोजन और अन्य गैसों पर हीलियम के नाभिक के प्रहार कर कुहरापथ के हजारों फोटो लिए।

इनमें से एक चित्र बहुत विचित्र था। इसमें एक नई बात दिखाई पड़ी थी। यह दुहरा परावर्तन या प्रतिबिम्ब था, जिसकी द्विस्राख रेखा की एक रेखा सामान्य परावर्तित रेखा से दस गुना कम मोटी थी। इस एक चित्र के आधार पर ही हारकिन्स यह कह सके कि रदरफोर्ड का यह कथन कि नाइट्रोजन के नाभिक से एक विद्युन्मय हाइड्रोजन-कण निकलता है, अचूरी बात है। परमाणु के इस विच्छेदन में हारकिन्स ने एक अन्य तत्त्व को भी बनते देखा, क्योंकि इस क्रिया से केवल हाइड्रोजन का ही एक कण नहीं निकला था, बल्कि एक और तत्त्व ब्रॉक्सीजन, का भी निर्माण हुआ था। उन्होंने कहा कि इस चित्र से यह स्पष्ट होता है कि हीलियम और नाइट्रोजन के नाभिकों के संयोग से फ्लोरीन का एक अस्थिर परमाणु बना। फ्लोरीन का यह परमाणु तुरन्त विच्छेदित हो गया और इसने हाइड्रोजन के एक विद्युन्मय कण और ब्रॉक्सीजन के एक परमाणु को जन्म दिया। दूसरे शब्दों में नाइट्रोजन और हीलियम से कृत्रिम रूप से ब्रॉक्सीजन बनी। हारकिन्स के इस कथन में कि नाभिक में हीलियम और हाइड्रोजन के नाभिक तथा इलेक्ट्रॉनों के अलावा अन्य कुछ नहीं होता, कई विरोधाभास थे। सबसे बड़ी कठिनाई यह समझाने की थी कि धन और ऋण-विद्युत् के कण किस प्रकार एक नाभिक में एक-दूसरे को तटस्थ या उदासीन किए बिना रह सकते हैं। दूसरे शब्दों में, वह कौन सी शक्ति थी, जिसने ऋण-इलेक्ट्रॉनों और धन-प्रोटॉनों को एक-दूसरे से मिलने में रोका, जबकि वे सूक्ष्म-नाभिक में इतने पास स्थित थे? हारकिन्स को भी यह प्रसंगति दिखाई दी। उस समय तक बीसवीं शताब्दी के विज्ञान में भी विचित्र कल्पनाएँ करना समाप्त नहीं हुआ था। और उन्होंने नाभिक-में-एक नई यूनिट की उपस्थिति के एक साहसपूर्ण सिद्धान्त का प्रतिपादन उपर से देखने पर बिल्कुल गलत मालूम पड़ता था। १२ अप्रैल, उन्होंने अमेरिकन केमिकल सोसायटी की पत्रिका में

थे। १९३१ के पतझड़ में संयुक्त राज्य के मानक कार्यालय के एफ० जी० ब्रिकवेड ने तरल हाइड्रोजन का वाष्पीकरण किया और जो थोड़ी-सी बूँदें शेष रह गयीं उन्हें काँच की ट्यूब में बन्द कर यूरे के पास परीक्षण के लिए भेजा। कोलम्बिया के इस वैज्ञानिक ने इस ट्यूब के भीतर विद्युत् डिस्चार्ज छोड़ा। इसके वर्णक्रम की रेखाओं का अध्ययन किया और हाइड्रोजन के भारी समस्थानिक की घोषणा की, जिसका नाम उन्होंने ड्यूटेरियम रखा। ग्रीक भाषा में इस शब्द का अर्थ दूसरा होता है। हाइड्रोजन का भारी समस्थानिक सामान्य हाइड्रोजन के पाँच या छः हजार भागों में एक भाग होता है।

इस अनुसंधान को शताब्दी के सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण अनुसंधानों में बताया गया। इससे अनुसंधान का मार्ग प्रशस्त हो गया। जब यह देखा गया कि मनुष्य के शरीर में लगभग ७० प्रतिशत पानी होता है, तो सामान्य पानी के स्थान पर शरीर में भारी पानी की उपस्थिति के शरीर-त्रिया विज्ञान सम्बन्धी महत्त्व को भली भाँति समझा जा सकता है। हाइड्रोजन के तीन समस्थानिकों और आक्सीजन के तीन समस्थानिकों के संयोग से अठारह किस्म का पानी तैयार किया जा सकता है, जिसमें से प्रत्येक के असंग-भलग गुण होंगे। कुछ वैज्ञानिकों ने कहा कि असंख्य नए यौगिक तैयार किए जा सकते हैं, क्योंकि हाइड्रोजन तीन लाख कार्बनिक यौगिकों में मौजूद रहती है। सबसे महत्त्व की बात यह हुई कि शरीर त्रिया विज्ञान और चिकित्सा के क्षेत्र में अनुसंधान करने वालों ने इसका उपयोग किया। कई बसाओ में सामान्य हाइड्रोजन के स्थान पर भारी हाइड्रोजन का उपयोग किया गया और फिर इन भारी अणुओं के जीवों के शरीर में पहुँचने से क्या परिवर्तन हुए और इन अणुओं ने क्या मार्ग अपनाया, इसका अध्ययन किया गया। इस नए साधन से हम मनुष्य की स्वास्थ्य सम्बन्धी अनेकों समस्याओं को सुलझा सकते हैं। यह एक और आश्चर्यजनक उदाहरण है, जिससे यह सिद्ध होता है कि विज्ञान की सैद्धान्तिक समस्याएँ मनुष्य के लिए कितनी अधिक उपयोगी सिद्ध हो सकती हैं। १९३४ में यूरे को इस कार्य के लिए नोबेल पुरस्कार मिला।

दो महीने से कम अवधि में ही दो नए कणों का अनुसंधान हुआ। न्यूट्रॉन विशेष रूप से अणु सम्बन्धी अनुसंधानों में सहायक सिद्ध हुआ। इसके अत्यधिक सूक्ष्म आकार को देखते हुए यह इतना ज्यादा भारी है कि हारकिंस ने कहा कि यदि अंगुष्ठताने में न्यूट्रॉनों को कस कर भर दिया जाए, अंगुष्ठताने का भार दस लाख टन होगा। उस समय विज्ञान को परमाणु के नाभिक के रहस्योद्घाटन के लिए रेडियम के विच्छेदन से उपलब्ध एल्फा-कणों से कहीं अधिक गति से चलने वाले कणों की आवश्यकता थी।

न्यूट्रॉन के अनुमधान से विज्ञान को परमाणु की रचना की नई जानकारी मिली। हाइड्रोजन के धनावा, जिसका परमाणु-भार एक होता है, प्रत्येक परमाणु में तीन भिन्न प्रकार के कण इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन होते हैं। प्रत्येक तत्व के परमाणु-भार और उसको परमाणु-संख्या के अन्तर के बराबर उसमें न्यूट्रॉनों की संख्या होती है। किसी तत्व की परमाणु-संख्या उसके नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या के बराबर होती है। अत्यधिक उग्र रासायनिक परिवर्तनों के दौरान भी परमाणु का नाभिक जैसा या तैसा बना रहता है। नाइट्रोग्लिसरीन तक के विस्फोट में इसमें कोई अन्तर नहीं पड़ता। रासायनिक परिवर्तनों में नाभिक के बाहर के इलेक्ट्रॉन हिस्सा लेते हैं। रासायनिक क्रिया या परिवर्तन के बारे में यही धारणा की जाती है, क्योंकि नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या में परिवर्तन से वह एक तत्व से दूसरे तत्व में बदल दिया जाता है और यह क्रिया सामान्यतः नहीं होती।

एक कुछ स्थितियों में एक तत्व दूसरे तत्व में बदलता है। यह परिवर्तन जिसे तत्त्वांतरण कहते हैं, प्रकृति में स्वयं होता है। इस तथ्य का पहला प्रमाण १८९८ में मिला, जब थ्यूरी-दम्पति ने रेडियम का आविष्कार किया। वैज्ञानिकों को पहली बार एक अत्यन्त साधारण वान देखने को मिली। एक पूरी तरह से शुद्ध और साधारण तत्व किरणें और कण विकिरित कर रहा था और अन्ततः विच्छेदित होकर अपने से हल्के तत्व सीसे में बदल जाता था। रेडियम से जो इलेक्ट्रॉन और हीलियम परमाणु विकिरित होते हैं, वे इस तत्व के परमाणु के अत्यधिक अस्थिर नाभिक से निकलते हैं। परमाणु के नाभिक का यह परिवर्तन रासायनिक क्रिया से कहीं अधिक महत्वपूर्ण और बुनियादी होता है। इसे आणविक परिवर्तन कहते हैं और जहाँ तक रेडियम के विच्छेदन का सवाल है, यह क्रिया कई हिस्सों में होती है।

तत्त्वों की आवर्त सारिणी में रेडियम का ८८वाँ स्थान है। अतः इसकी परमाणु-संख्या ८८ है और इसके नाभिक में ८८ प्रोटॉन रहते हैं। अब चूंकि इसका भार इसके नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों की संख्या का योग होता है, अतः रेडियम में २२६—८८, यानी १३८ न्यूट्रॉन होते हैं। रेडियम के नाभिक का यह बड़ा परिवार अत्यधिक अस्थिर या असन्तुष्ट रहता है। इसका एक सदस्य हीलियम, परमाणु के रूप में घर छोड़ जाता है, जिसका परमाणु-भार ४ है। इस प्रवास से रेडियम का परमाणु एक अन्य तत्व रेडन में बदल जाता है, जिसका परमाणु भार २२२ और पदमाणु-संख्या, ८६ है।

अनेक अन्य आन्तरिक भण्डों के बाद कई और सदस्य घर छोड़ जाते हैं, जिसके फलस्वरूप एक नए तत्व पोलोनियम का निर्माण होता है। इस

नए तत्व की परमाणु-संख्या ८४ और परमाणु-भार २१० है। पोमोनियम भी बहुत अस्थिर होता है और जल्दी ही यह अपने नाभिक से एक हीनियम कण को बाहर फेंक देता है और स्वयं एक अन्य तत्व, सीसे में परिवर्तित हो जाता है, जिसकी परमाणु-संख्या ८२ और परमाणु भार २०६ है।

रेडियम का सीसे में तत्वांतरण प्राकृतिक क्रिया है, जो अपने-आप में होती रहती है। हमारा इस पर कोई नियन्त्रण नहीं है। न तो हम इस प्रक्रिया को धीमा कर सकते हैं और न ही इसकी गति बढ़ा सकते हैं। रेडियम के किमी भी टुकड़े का प्रायः भाग १६२० वर्षों में विच्छेदित हो जाएगा। इस अवधि को रेडियम की अर्ध-आयु कहते हैं। अगले १६२० वर्षों में दोष भाग का प्रायः (यानी आरम्भिक मात्रा का चौथाई) फिर विच्छेदित हो जाएगा और यह क्रम इस प्रकार चलता रहेगा।

जब रेडियम के विच्छेदन की क्रिया से यह स्पष्ट हुआ कि इसके द्वारा अस्थिर नाभिक की रचना में परिवर्तन के बलावा अन्य कुछ नहीं होता, तो वैज्ञानिक इस बात पर विचार करने लगे कि क्या मनुष्य अन्य तत्वों में भी यह परिवर्तन ला सकता है, जिनके नाभिक स्थिर हैं। स्पष्टतः कृत्रिम तत्वांतरण करने के लिए किसी परमाणु के नाभिक को उद्वेलित करके उसके कुछ भाग को बाहर निकालकर या उसके नाभिक में और प्रोटॉन प्रवेश कराके यह कार्य किया जा सकता है, पर नाभिक में प्रवेश करने की समस्या बहुत बड़ी थी। सबसे पहली बात यह थी कि यह अत्यन्त मूढम होता है और इसके विच्छेद या इसमें प्रवेश करने के लिए उससे भी छोटे कण की आवश्यकता है। इसके बलावा जिस कण को इस कार्य के लिए चुना जाय, उसकी गति इतनी तेज होनी चाहिए कि वह धनात्मक नाभिक की रक्षा करने वाले विद्युत्-प्रभाव को बेष कर नाभिक में प्रवेश कर सके।

रदरफोर्ड द्वारा १९१९ में मनुष्य के इतिहास में पहली बार कृत्रिम तरीके से तत्वांतरण का महान् सफल प्रयोग किए जाने के बाद भी विज्ञान जगत तिरस्कार की दृष्टि से देखते थे। उनका कहना था कि रदरफोर्ड ने रेडियो सक्रिय तत्व, रेडियम का उपयोग किया था, जो हीलियम परमाणुओं विकिरित करके स्वयं तत्वांतरित होता रहता है। उन्हें प्रकृति की सहायता सेनी पड़ी। मान लीजिए ऐसा कोई तत्व उपलब्ध नहीं होता, तो क्या जा सकता था? वे चाहते थे कि रेडियो-सक्रिय रेडियम की सहायता से कोई वैज्ञानिक किसी अन्य तत्व का सच्चा तत्वांतरण करके दिखाए, कम किसी अन्य बात के लिए तैयार नहीं थे।

अमरीकी विज्ञान के विकास की कहानी

पर यह प्रायः असम्भव माँग थी। इसका अर्थ था कि वैज्ञानिकों को एक अत्यधिक सूदम कण तैयार करना होगा और इसे इतनी अधिक गति से फेंकना होगा, जिसकी कल्पना पहले मनुष्य ने नहीं की थी। इस कार्य के लिए वैज्ञानिकों को एक ऐसी मशीन बनानी होगी, जो किसी इलैक्ट्रॉन, प्रोटॉन या हीलियम के परमाणु को दस हजार मील प्रति सेकण्ड या इससे अधिक गति से फेंक सके। सबसे अधिक आश्चर्य की बात यह हुई कि विज्ञान एक ऐसी ही मशीन को जन्म देने में सफल हुआ।

सब प्रयोगशालाओं के अनुसंधानकर्ता इस आवश्यकता को समझ रहे थे। सप्ताह भर की प्रयोगशालाओं में एक ऐसा शक्तिशाली उपकरण तैयार करने की मित्रतापूर्ण होड़ शुरू हो गई थी, जिसके द्वारा सूदम नाभिक पर अत्यधिक तेज गति से चलने वाले कणों से प्रहार कर उसका विच्छेद और विच्छेदन से प्राप्त कणों का अध्ययन किया जा सके।

ऐसी मशीन के निर्माण में लगे सब वैज्ञानिकों में अर्नेस्ट अरलैण्डो लारेंस प्रमुख थे। उनका जन्म कैंटन, साउथ डाकोटा, में हुआ था। साउथ डाकोटा को एक राज्य का दर्जा मिलने के केवल १२ वर्ष बाद ८ अगस्त, १९०१ को अर्नेस्ट का जन्म हुआ। बचपन में उन्होंने पब्लिक स्कूलों में अध्ययन किया। बाद में वे सेंट थोलाफ कालेज और साउथ डाकोटा विश्वविद्यालय में पढ़ने गए। वेतार के तार से संवाद भेजने में उनकी दिलचस्पी होने के कारण वे विज्ञान की ओर आकृष्ट हुए। पर कुछ समय तक ऐसा लगा कि वे डाक्टर बनने के लिए ही भागे अध्ययन करेंगे और अन्ततः उन्होंने अपना जीवन परमाणु और विकिरण के भौतिकी-सम्बन्धी अध्ययन में लगा दिया।

लारेंस ने मिनेसोटा विश्वविद्यालय में भी अध्ययन किया, जहाँ उन्हें प्रोफेसर डब्ल्यू. एफ. जी. स्वान के सम्पर्क में आने का मौका मिला। वे प्रोफेसर स्वान के साथ चल गए। उनके अधीन कार्य किया और १९२५ में डाक्टरेट लिया। उन्होंने कुछ समय तक नेशनल रिसर्च-फेलो के रूप में काम किया और बाद में भौतिकी के सहायक प्रोफेसर नियुक्त हुए। जब स्वान फिलाडेल्फिया की बारटोप रिसर्च फाउण्डेशन के अध्यक्ष बनाये गए तो लारेंस कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय के भ्रामन्त्रण पर वहाँ चले गए।

१९२६ के वसन्त की एक साँझ को लारेंस को प्रायः अकस्मात् रोलफ विडेटो का एक लेख मिला। इस भौतिकी-विज्ञानी ने इस लेख में जो रेखाचित्र दिया था, उसमें वे आकर्षित हुए और फिर बहुत ध्यान से उन्होंने इस लेख को पढ़ा। विडेटो ने एक शून्यीकृत नली के भीतर विद्युन्मय पोटेशियम-परमाणुओं

की ऊर्जा को दुगुना करने में सफलता प्राप्त की। उन्होंने आरम्भ में जितने 'वोल्टेज का प्रयोग किया था, वे उसे दुगुना करने में सफल हुए। यदि 'वोल्टेज को उपयुक्त समय पर बार-बार कणों की गति बढ़ाने में इस्तेमाल किया जाए तो बहुत कम 'वोल्टेज से अत्यधिक गति उत्पन्न की जा सकती है। यह विचार एकदम नया नहीं था। परमाणु-कणों की गति को तेज करने की क्रिया की तुलना भूले में बैठे एक बच्चे की गति से की गई। भूटे के बीच में उपयुक्त समय पर बच्चे को हलका सा धक्का देकर भूले को बहुत ऊँचाई तक ले जाया जा सकता है, चाहे प्रत्येक धक्के में उस बच्चे को वस्तुतः बहुत कम दूरी तक ही धागे धकेला गया हो।

लारेंस ने, जो स्वान के अनुसार, अत्यधिक कल्पनाशील और विचारशील थे, इस विचार को अपनाया तथा इसे व्यापक रूप में आजमाने का निश्चय किया। वे बहुत समय से एक ऐसी विधि की तलाश में थे, जिससे उनके प्रयोगों के लिए आवश्यक ऊँचा 'वोल्टेज लगातार उपलब्ध हो सके। वे ऐसी विधि की तलाश में थे, जिससे विद्युत् के ऊँचे करंट और शून्यीकृत नलियों के जटिल उपकरण की आवश्यकता न पड़े, पर वे अपने प्रयोग में प्रयुक्त कणों को अत्यधिक गति दे सकें। अब उनके हाथ एक अच्छा सुभाव आ गया था। यह रेखाचित्र देखने के कुछ मिनट के बाद ही उन्होंने अपने नए उपकरण का चित्र बनाना और 'सम्बन्धित गणितसूत्र लिखना शुरू कर दिया। अपने इस उपकरण की आवश्यक बातें उनके दिमाग में तुरन्त आ गयीं। अगले दिन सुबह उन्होंने अपने एक मित्र को कहा कि उनके मस्तिष्क में एक नया विचार आया है और वे एक नई मशीन बनाने जा रहे हैं।

इस उपकरण के द्वारा लारेंस विद्युत्कण को एक शक्तिशाली विद्युत् चुम्बक के प्रभाव से मोड़कर एक वृत्त में अत्यधिक तेज गति से घुमाना चाहते थे। उन्होंने यह योजना बनाई थी कि जैसे ही यह कण अत्यधिक शून्यीकृत टंकी, जिसका आकार ढक्कनदार फ्राइंग-पैन जैसा था, की आधी परिधि तक पहुँचेगा, वे इस कण को बार-बार विजली का झटका देगे, जिसके फलस्वरूप यह अधिकाधिक तेज गति से निरन्तर बढ़ते हुए वृत्त में घूमता रहेगा। यह क्रम उम समय तक जारी रहेगा, जब तक कि यह कण शून्यीकृत नली के सिरे पर पहुँच कर एक छिद्र को पार कर सामने लगे चेम्बर या कक्ष में नहीं पहुँच जाएगा। इस चेम्बर में इस कण को परमाणु के नाभिक पर प्रहार करने में प्रयुक्त किया जाएगा। उन्होंने इस उपकरण के चुम्बक को इस प्रकार लगाने का निश्चय किया था कि कण उस समय निश्चित स्थान पर पहुँचे, जब विजली की आरम्भिक प्रत्यावर्ती धारा अपनी दिशा बदल रही हो और जब

अमरीकी विज्ञान के विकास की कहानी

इसे विजली के एक अन्य भटके की आवश्यकता हो। कण की गति तेज करने में अत्यधिक ऊँची आवृत्ति की दोलायमान विद्युत् का उपयोग किया जाना था। उन्हें आशा थी कि इस प्रकार एक हजार वोल्ट की शक्ति को एक हजार वार प्रयुक्त कर उन्हें वही परिणाम मिलेगा, जो एक साय दस लाख वोल्ट की शक्ति प्रयुक्त करने से मिलता है।

यह एक अत्यधिक साहसपूर्ण योजना थी। पर क्या इसमें सफलता मिलेगी? जनवरी, १९३० तक लारेंस ने अपना पहला चुम्बकीय अनुकम्पन त्वरक तैयार किया, जिसे बाद में साइक्लोट्रॉन नाम दिया गया। एक विद्युत्-चुम्बक के दोनो ध्रुवों के बीच शून्यीकृत कक्ष था, जिगका व्यास चार इंच था। इसमें भयेजी के अक्षर 'डी' के आकार के दो इन्फ्लेटेड इलेक्ट्रोड थे, जिन्हें उच्च आवृत्ति वाले विजली के प्रत्यावर्ती करंट से जोड़ा गया था। इनके मध्य में टंगस्टन का तार था। शेष मशीन काँच और चमड़े की बनी थी। लारेंस ने अपने एक विद्यार्थी एन० ई० एडलेफ़मैन की सहायता से पहला अनुकम्पन-प्रभाव उत्पन्न किया। उन्हें अपने प्रयोग में सफलता मिली और उसी वर्ष सितम्बर में लारेंस ने अपनी इस मशीन और विधि की पहली सार्वजनिक घोषणा की। उन्होंने यह घोषणा बर्कले में राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी की बैठक में की।

आरम्भ में लारेंस का साइक्लोट्रॉन, परमाणु की रचना के सैद्धान्तिक अध्ययन का एक उपकरण था। साइक्लोट्रॉन का पहला काँच का मॉडल बनाने के बाद लारेंस ने एम० स्टेनली लिविंग्स्टन की सहायता से उसी आकार का धातु का साइक्लोट्रॉन बनाया। लिविंग्स्टन स्नातक-कक्षा के उनके विद्यार्थी थे। इस नई मशीन की सहायता से वे केवल दो हजार वोल्ट के करंट से ही इतनी अधिक ऊर्जा के हाइड्रोजन-आयनों की धारा उत्पन्न कर सके, जो अस्ती हजार वोल्ट से उत्पन्न हो सकती थी। फरवरी, १९२२ तक लारेंस ने एक हजार डालर की लागत पर एक नया मॉडल बनाया। ग्यारह इंच व्यास का यह उपकरण हाइड्रोजन गैस के आयनीकरण से उपलब्ध प्रोटॉनों में १२ लाख वोल्ट जितनी ऊर्जा उत्पन्न कर सकता था। अब लारेंस ने बड़े-बड़े प्रयोग शुरू कर दिए थे।

१९३२ की गर्मियों में लारेंस ने अपनी इस छोटी मशीन की सहायता से लीथियम नामक तत्व पर अत्यधिक तेज गति से चलने वाले कणों से प्रहार कर उसे विच्छेदित किया। पश्चिमी गोलार्ध में कृत्रिम तरीकों से पदार्थ के तत्त्वा-तरण का यह पहला प्रयोग था। यूरोप में कुछ सप्ताह पहले यह प्रयोग हो

चुना था। २८ अप्रैल, १९३२ को रदरफोर्ड के दो युवक सहायकों, जान डी० कोकक्राफ्ट और ई० टी० एम० वाल्टन ने यह प्रयोग किया था। केवेंडिश प्रयोगशाला के इन वैज्ञानिकों ने ऊँचे वोल्टेज के ट्रांसफॉर्मर-रेक्टिफायर (परिवर्तक-एकदिशकारी) उपकरण की सहायता से प्रोटॉनों की गति को आठ हजार मील प्रति मिनट तक बढ़ाया और इनके प्रहार से लीथियम को हीलियम में परिवर्तित किया। इस प्रकार रेडियो-सक्रिय तत्वों के अनावा अन्य रासायनिक तत्वों के तत्स्वांतरण की पहली विधि का आविष्कार हुआ।

इस प्रयोग से सारेंस प्रयोगशाला में बहुत उत्तेजना फैल गई। प्रयोगशाला का प्रत्येक वैज्ञानिक इस बात में आश्चर्य था कि वे इतना अधिक वोल्टेज उत्पन्न कर सकते हैं, पहले जिसकी कल्पना भर ही की जा सकती थी। पहले महायुद्ध के समय में ही कॅनिफोर्निया में चुम्बक की एक विशाल कार्मिंग बेजार पड़ी थी और सारेंस प्रयोगशाला ने ७५ टन की इस कार्मिंग का अनुसंधान-कार्य में उपयोग करने का निश्चय किया। इसे विश्वविद्यालय की विकिरण प्रयोगशाला में लगाया गया और इसमें आठ टन तंत्रों के तार लपेटे गए। १९३६ में सारेंस को इस प्रयोगशाला का निदेशक नियुक्त किया गया था।

माइक्रो-मैग्नेटिक इंच के साइक्लोट्रॉन का यह चौथा मॉडेल इस प्रकार बनाया गया था, जिसमें पचास लाख इलेक्ट्रॉन-बोल्स के ड्यूटेरॉन और एक करोड़ इलेक्ट्रॉन वोल्ट के हीलियम-नाभिकों के कई माइक्रोएम्पीयर उत्पन्न कर सके। इस विशाल चुम्बक का दक्षिणी ध्रुव फर्न से रमोईघर के स्टोव जितनी ऊँचाई पर था और इसका व्यास पैंतानीम इंच था। मशीन को चालीस फुट दूर स्थित नियंत्रण बोर्ड में गंचालित किया जाता था और इसे चलाने वाले वैज्ञानिक को वैक्यूम विकिरण से बचाने के लिए साइक्लोट्रॉन के चारों ओर उपयुक्त गोपक पदार्थ की दीवार बनायी गई थी। पूरी तैयारी हो जाने के बाद सारेंस और उनके अत्यधिक जोशीले युवक सहायकों ने इस परमाणु तोप के प्रयोग में जरा भी विलम्ब नहीं किया, जो विशाल गारगनदुवान विद्युत् चुम्बक के ध्रुवों के बीच स्थित थी। प्रत्येक उपलब्ध कण को लक्ष्य के रूप में प्रयुक्त परमाणुओं पर इस आशा से वर्षाया गया ताकि ये कण प्रत्येक परमाणु के नाभिक का विच्छेद कर सकें। प्रोटॉनों, हीलियम के नाभिकों, और न्यूट्रॉनों के अनावा ड्यूटेरियम के नाभिकों को भी अत्यधिक तेज गति से आवश्यक प्रभाव उत्पन्न करने के लिए वर्षाया गया। भारी हाइड्रोजन के नाभिक का नाम ड्यूटेरान रखा गया था। सारेंस ने ड्यूटेरान को एक प्रोटॉन और एक न्यूट्रॉन में विभाजित किया था और इस प्रकार न्यूट्रॉनों की संख्या में

हजार गुना वृद्धि की थी। १६३५ तक उन्होंने केवल ड्यूटेराओं से लीथियम पर प्रहार कर हीलियम ही प्राप्त नहीं किया, वल्कि अन्य तत्वों का भी तत्त्वांतरण किया। अब तत्वों की आवर्त-सारिणी के प्रत्येक तत्व के तत्त्वांतरण की विधि का पता लग गया था और इस विधि से सम्भवतः पटिया धातुओं को भी कीमियामरो के स्वप्न, स्वप्न में परिवर्तित किया जा सकता था। उनके इस साइक्लोट्रॉन में १६३६ में प्लेटोनम (तत्व-संख्या ७६) का यह परिवर्तन किया गया।

लारेंस की ख्याति बहुत तेजी से फैली। ३२ वर्ष की उम्र में उन्हें राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी का सदस्य चुना गया। इस समय तक संयुक्त राज्य अमरीका में वैज्ञानिक प्रतिभा का जभाव निश्चित रूप से पश्चिमी प्रदेशों में बढ रहा था। लारेंस की प्रयोगशाला से युवक अनुसंधानकर्ताओं की एक फौज ही निकली। लारेंस ने अपने इन अनुसंधानकर्ताओं को अन्य विश्वविद्यालयों और औद्योगिक प्रयोगशालाओं में बगने वाले नए साइक्लोट्रॉनों को तैयार करने और चलाने का पूरा प्रशिक्षण दिया था। लारेंस का विश्वास था कि नए वैज्ञानिकों की ट्रेनिंग और अनुसंधान के व्यय को पूरा करने के लिए सहायता मिलनी चाहिए। उन्होंने लिखा, "एक ऐसे नए क्षेत्र की महान् सम्भावना को देखते हुए यह कहा जा सकता है कि अनुसंधान, बुनियादी विचारों में परिवर्तन, ईजाद और विकास का पारस्परिक सम्बन्ध रहता है। उदाहरण के लिए एक युवक को हमारे परमाणु दानित कार्यक्रम में हिस्सा लेने की ट्रेनिंग देने के लिए कुछ भाषण ही पर्याप्त नहीं हैं, जो कुछ महीनों में ही पुराने और अनावश्यक निम्न हो सकते हैं। हमें इस क्षेत्र में वर्षों तक लगातार कठिन परिश्रम से अभ्यस्यन करना चाहिए और इस बदलती हुई तस्वीर को समझना चाहिए। बुनियादी समस्याओं के अध्ययन और उनके हल के लिये प्रयोगशालाओं में किसी प्रमुख वैज्ञानिक के अन्तर्गत काम सीखना सबसे अच्छा है, क्योंकि इस तरीके से शिष्याओं को व्यापक अनुभव प्राप्त होता है और वह स्वयं नई दिशाओं के निर्धारण में हिस्सा लेता है। इस क्षेत्र में प्रवेश करने वाले विद्यार्थियों को अपनी ट्रेनिंग के दौरान किसी-न-किसी समय सरकारी सहायता की आवश्यकता होगी, क्योंकि अनुसंधान-कार्य बहुत जटिल और व्ययसाध्य है। और इसके बदले हमारे इस राष्ट्रीय कार्यक्रम को नया जीवन और नई प्रेरणा मिलेगी।"

१९४० तक अमरीका और अन्य देशों में पतीम साइक्लोट्रॉन काम कर रहे थे। अगले अठारह वर्षों में केवल संयुक्त राज्य अमरीका में ही इनकी संख्या लगभग आलीस हो गई और लगभग इतने ही साइक्लोट्रॉन अन्य देशों

में लगाये जा चुके थे। इसके अलावा पाँचों महाद्वीपों में अन्य साइक्लोट्रॉनों का निर्माण हो रहा था। लारेंस से बार-बार इन साइक्लोट्रॉनों को लगाने के लिए महायत्ना और सलाह माँगी जाती थी। उनका काफी समय अमरीका और अन्य देशों के अनुसंधान-केन्द्रों को अपने विज्ञान साइक्लोट्रॉन में तैयार नए रेडियो-सक्रिय तत्व भेजने में ही लग जाता था। इतनी व्यस्तता के बावजूद वे अपने घर की बर्खास्त में अपने शौक के काम करने का समय निकाल ही लेते थे।

लारेंस को बहुत सम्मान भी मिला। उन्हें अनेकों पदकों में सम्मानित किया गया और साइक्लोट्रॉन और विशेषकर इस मशीन की सहायता से कृत्रिम रेडियो-सक्रिय तत्व बनाने के लिए १९४० में उन्हें नोबेल पुरस्कार मिला। जब लारेंस को इन पुरस्कार के मिलने का समाचार मिला तो उन्होंने कहा, "यह कहने की आवश्यकता नहीं है कि यह पुरस्कार मेरी प्रयोग-शाला का सम्मान है और इस सम्मान में मैं अपने सब सहयोगियों का समभागी हूँ।" जब १९४२ में सोवियत रूस की विज्ञान अकादमी ने अपने पहले विदेशी सदस्यों का चुनाव किया तो इसमें तीन अमरीकियों को भी शामिल किया गया। ये थे—जी० एन० लेविस, वाल्टर वी० केनन और अर्नेस्ट प्रो० लारेंस।

कैलिफोर्निया इंस्टिट्यूट आफ टेक्नालाजी की, केलाँग विकिरण प्रयोग-शाला में भी परमाणु सम्बन्धी अनुसंधान हुआ। यहाँ एक युवक ने एक अप्रत्याशित बक्काफार कुहरापथ का फोटो लिया, जो अन्त में परमाणु के नाभिक में स्थित एक नया कण निकला। इस अनुसंधान से विज्ञान जगत में हलचल मच गई। यह युवक कार्ल डी० एंडरसन था, जिसका जन्म १९०५ में न्यूयार्क नगर में हुआ था। और उसने मासएँजिल्स के पॉलिटेक्नीक हाई स्कूल की परीक्षा उत्तीर्ण करने के बाद कैलिफोर्निया इंस्टिट्यूट आफ टेक्नालाजी में विद्युत् इंजीनियरी का अध्ययन शुरू किया। दूसरे वर्ष में ही उन्होंने इसे छोड़ भौतिकी का अध्ययन शुरू किया। उन्होंने मिलिकन के अधीन काम करके डाक्टर की उपाधि ली।

१९३० के वसन्त में मिलिकन ब्रह्माण्ड किरणों की ऊर्जा के निर्धारण की विधि को खोज कर रहे थे। ब्रह्माण्ड किरणें अत्यधिक वेद्यक किरणें होती हैं और उनका विश्वास था कि पदार्थ के परमाणुओं के निर्माण से इन किरणों का घनिष्ठ सम्बन्ध रहता है। उन्होंने एंडरसन को एक ऐसी मशीन बनाने का काम सौंपा, जिसमें दाक्षिणाती चुम्बकों की सहायता से इन किरणों को मोड़ा जा सके।

२४ हजार ग्रास शक्ति का, चुम्बकीय प्रभाव-क्षेत्र उत्पन्न करने में सक्षम, एक शक्तिशाली चुम्बक के ध्रुवों के बीच पन्द्रह सेण्टीमीटर व्यास और दो सेण्टीमीटर गहराई वाला विल्सन क्लाउड चेम्बर रखा गया। यह अपनी किस्म का पहला क्लाउड चेम्बर था। चुम्बक के एक ध्रुव में बने छिद्र में फोटो लेने की व्यवस्था की गई थी, जिससे किसी ऐसे कण का पता चल सके जो चुम्बकीय प्रभाव से एक वृत्त के चाप के रूप में परावर्तित हुआ हो। क्लाउड चेम्बर की गैस के परमाणुओं पर ब्रह्माण्ड किरणों के प्रहार के प्रभाव से भ्रूविंग-फिल्म से हजारों चित्र लिये गये। इन में से कुछ किरणें तीस लाख इलेक्ट्रॉन वोल्ट ऊर्जा की थीं।

२ अगस्त, १९३२ के तीसरे पहर जब एण्डरसन ने एक फिल्म को धोकर साफ किया तो उन्हें एक विच्छेदित परमाणु का चित्र दिखाई दिया। इस चित्र जैसी रेखा को इससे पहले कभी नहीं देखा गया था। पहले एण्डरसन ने सोचा कि अचानक एक इलेक्ट्रॉन के प्रकीर्णन से दिशा-परिवर्तन के कारण ऐसा हुआ है या सम्भवतः यह कोई प्रोटॉन है, क्योंकि वक्र की दिशा ऋणात्मक इलेक्ट्रॉनों की दिशा से विपरीत थी। इससे स्पष्ट होता था कि यह कण धनात्मक है। इस कण ने छह मिलीमीटर मोटी सीसे की प्लेट को पार किया था, जिससे इसकी अत्यधिक वेधक शक्ति का पता चलता था और इतनी अधिक वेधक शक्ति किसी ज्ञात इलेक्ट्रॉन में नहीं थी। इसके फॉण-ट्रैक या कुहरा-पथ की लम्बाई भी इसी वक्रता के प्रोटॉन के पथ से दस गुना अधिक थी, जिससे यह सिद्ध होता था कि यह कण धनात्मक प्रोटॉन नहीं हो सकता। ऐसा लगता था कि यह कुहरा-पथ किसी ऐसे कण का है, जो धनात्मक तो है, पर जिसका द्रव्यमान केवल एक ऋणात्मक इलेक्ट्रॉन जितना ही है। यह कुहरा-पथ किसी नए कण—एक धनात्मक इलेक्ट्रॉन का लगता था।

एण्डरसन ने अपने प्रयोग को दुहराया और अनेक फोटो लिये, जिससे वे उस निष्कर्ष पर पहुँचे, जिसे उन्होंने सितम्बर, १९३२ में प्रकाशित किया। उन्होंने इस नए कण का नाम पोजीट्रॉन रखा।

आगे अध्ययन के बाद एण्डरसन ने घोषणा की कि “ऐसा लगता है कि जब विकिरण पदार्थ को वेधता है, तो विद्युत्-चुम्बकीय विकिरण पोजीट्रॉन उत्पन्न करता है। यह इसका सामान्य गुण मालूम पड़ता है।” यदि विकिरण की ऊर्जा दस लाख इलेक्ट्रॉन वोल्ट से कम होती है तो परमाणुओं से पोजीट्रॉन नहीं निकलते। पोजीट्रॉन का स्वतन्त्र अस्तित्व बहुत कम समय का होता है। सामान्यतः यह एक सैकड़ के एक अरबवें हिस्से तक ही अपना स्वतन्त्र अस्तित्व

कायम रख सकता है। पोजीट्रॉन के अनुसंधान के लिए एण्डरसन १९३६ में नोबेल पुरस्कार लेने स्टाकहोम गए।

१९३२ का वर्ष विज्ञान के इतिहास का बहुत महत्त्वपूर्ण वर्ष सिद्ध हुआ। इस वर्ष चार महान् अनुसंधान हुए। पहली बार न्यूट्रॉन, भारी हाइड्रोजन और पोजीट्रॉन को प्रकाश में लाया गया और पहले व्यावहारिक साइक्लोट्रॉन ने भौतिकी के अनुसंधान को एक नया उपकरण दिया। इस सम्बन्ध में यह कहना आवश्यक है कि इनमें से पहले तीन अनुसंधान युवक अमरीकी वैज्ञानिकों ने किए, जबकि चौथे अनुसंधान की भविष्यवाणी एक अमरीकी ने की थी, पर इसका निर्माण एक अंग्रेज ने किया। इस काल में अमरीकी वैज्ञानिकों द्वारा प्रथम कोटि के अनुसंधानों का क्रम उच्च शिखर पर पहुँच गया था।

अमरीकी वैज्ञानिकों की प्रतिभा का एक और महत्त्वपूर्ण उदाहरण मिलना था। १९३६ में कार्ल डी० एण्डरसन ने एक और महत्त्वपूर्ण अनुसंधान किया। यह अनुसंधान भी ब्रह्माण्ड किरण के बारे में ही था। शिकागो-विश्वविद्यालय के राबर्ट ए० मिलिकन और आर्थर एच० काम्पटन इस क्षेत्र में मित्रतापूर्ण होड़ में लगे थे। इस होड़ ने इन लोगों को संसार के विभिन्न भागों में आकाश की ऊँचाइयों में इस आशा से नए वैज्ञानिक आँकड़े इकट्ठा करने के लिए भेजा कि शायद वे सबसे पहले ब्रह्माण्ड किरणों की रचना और इसके प्रभावाँ सम्बन्धी निश्चित अनुसंधान कर सकें।

१९३५ की गर्मियों में एण्डरसन ने छः सप्ताह तक पाइसपीक की चोटी पर में दस हजार फोटो लिये, जिसमें उन्हें ऊपरी वायुमंडल में ब्रह्माण्ड किरणों के परमाणुओं के टकराने से उत्पन्न प्रभाव का कोई प्रमाण मिल सके। उनके साथ मैथ एच० नेडरमेयर भी कार्य कर रहे थे, जो उनके अधीन अपनी डाक्टर की उपाधि के लिए अध्ययन कर रहे थे। कैलिफोर्निया स्रोतों पर उन्होंने इन फोटोग्राफों का सावधानी से अध्ययन किया। उन्होंने कुहरापथों की लम्बाई, वक्रता और वेधनशक्ति को मापा। अगस्त, १९३६ में उन्होंने अन्य बातों के अलावा कहा कि "लगभग १ प्रतिशत फोटोग्राफों से अत्यधिक आयनी-कृत कणों का पता चलता है, जो अधिकांश मामलों में न तो इलेक्ट्रॉन हैं और न प्रोटॉन। वे एक ऐसे आणविक विच्छेदन से उत्पन्न होते हैं, जिसे इसमें पहले नहीं देखा गया। उनका स्रोत ब्रह्माण्ड किरणों में है।" अगले वर्ष आगे प्रयोगों के बाद, जिनमें उन्होंने ब्लाउड चेम्बर के बीच एक सेंटीमीटर मोटी प्लेटिनम की प्लेट लगाई थी, उन्होंने घोषणा की कि "उन्हें एक ऐसे नए विस्म के कण अस्तित्व का पता चला है, जिसे तुरन्त या आसानी से समझाया

सकता, केवल इतना ही कहा जा सकता है कि इसका द्रव्यमान एक मामान्य इलेक्ट्रॉन से अधिक है।" इस कण के अनुसंधानकर्ताओं ने इसका नाम मेसॉट्रॉन रखा, जिसका अर्थ मध्यकण होता है, क्योंकि इसका भार इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन के बीच है। बाद में भारत के आणविक भौतिकी विज्ञानी एन० जे० भाभा ने इसका नाम मेसन सुझाया और अब इसी नाम का व्यवहार होता है।

१९३६ में लारेंस ने अपने ३७ इंच के साइक्लोट्रॉन के बाद ६० इंच का प्रसिद्ध साइक्लोट्रॉन बना लिया था। यह साइक्लोट्रॉन धारुविज्ञान सम्बन्धी अनुसंधान और कैंसर की चिकित्सा के लिए बनाया गया था। इन मशीन के लिए आवश्यक धन, कैमिक्सल फाउण्डेशन के फ्रांसिस पी० गारबन, राकफैजर फाउण्डेशन और नेशनल एडवाइजरी कंसल काउंसिल ने दिया। विलियम एच० क्रॉकर ने इसके लिए आवश्यक इमारत के लिए धन दिया। आज यह इमारत कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय में विलियम एच० क्रॉकर विकिरण प्रयोगशाला के नाम से स्थित है। ६० इंच के इस साइक्लोट्रॉन से, जिसका भार २२० टन है, १,६०,००,००० वोल्ट ड्यूटेरान के सी माइक्रोएम्पीयर और ३ करोड़ २० लाख वोल्ट हीलियम-भायनों का एक माइक्रोएम्पीयर मिलता है। भारी हाइड्रोजन की "मृत्यु किरणों", जिनका घ्याम कई इंच था, ६० करोड़ परमाणु प्रति सैकंड फेंकती। ये परमाणु मशीन की खिडकी से पाँच फुट की दूरी पर २५ हजार मील प्रति मिनट की रफ्तार से फेंके जाते। यह प्रभाव ३० टन शुद्ध रेडियम के विच्छेदन के बराबर है, जिसका मूल्य उस समय ३ करोड़ २० लाख डालर प्रति पाँच था।

जब इस साइक्लोट्रॉन की सफलता और कुशलतापूर्वक चलाया जा चुका तो लारेंस ने इससे भी अधिक शक्तिशाली मशीन बनाने की बात सोची। जब १९३२ में उन्होंने अपने अत्यन्त छोटे साइक्लोट्रॉन के बाद २७।५ इंच का साइक्लोट्रॉन बनाया तो उन्होंने यह सिद्ध कर दिया कि वे केवल सैद्धान्तिक भौतिकी-विज्ञानी ही नहीं हैं। उन्होंने इंजीनियरिंग के क्षेत्र में प्रवेश किया था। वे बड़े-बड़े यंत्रों को नगाने का काम हाथ में ले सकते थे। पाँच हजार टन का साइक्लोट्रॉन बनाने की बात से वे भयभीत नहीं हुए। वे ६० इंच के साइक्लोट्रॉन के बाद १८४ इंच का साइक्लोट्रॉन बनाने के लिए तत्पर थे। वे कुछ वैज्ञानिकों के इस विश्वास के बावजूद यह काम करने को तैयार थे कि साइक्लोट्रॉन की शक्ति २ करोड़ इलेक्ट्रॉन वॉल्ट तक ही सीमित रहती है। लारेंस ने एक नए साइक्लोट्रॉन का डिजाइन तैयार किया, जिसके द्वारा ६० मील प्रति सैकंड की गति के ड्यूटेरान उपलब्ध हो सकेंगे। इसके अलावा-

ग्रॅनैस्ट घातेंण्डो सारेंस

इससे २० करोड़ इलेक्ट्रॉन वोल्ट से अधिक ऊर्जा के अन्य परमाणु-कण भी उपलब्ध करने का उनका विचार था। उनको आशा थी कि यह मशीन एक राष्ट्रीय संस्था और सैकड़ों अनुसंधानकर्ताओं के लिए तीर्थस्थान बन जाएगी।

इंटरनेशनल एजुकेशन बोर्ड ने इस योजना के लिए ११ लाख ५० हजार डालर दिए। कैलिफोर्निया विश्वविद्यालय के पास चाटर हिल पर एक स्थान चुना गया और अगस्त, १९४० में संसार का सबसे बड़ा साइक्लोट्रॉन बनाने का काम शुरू हो गया। इस साइक्लोट्रॉन के मुख्य भाग को पहाड़ी के भीतर लगाया गया। दूर से ही इस मशीन को चलाने के लिए गिनमन-हाल से साइक्लोट्रॉन की इमारत तक जमीन के भीतर विजली का केबुल बिछाया गया और जुलाई, १९४१ में २४ पादर्व की, ६० फुट ऊंची और १६० फुट व्यास की इमारत बनाने का काम शुरू हुआ।

उस वर्ष ७ दिसम्बर को पलं हारवर पर बमबारी से भी इस योजना का कार्य बन्द नहीं हुआ, जो इस समय तक ७० प्रतिशत पूरी हो चुकी थी। यह चीन में, १९४२ में बनकर तैयार हुई। इस बात पर महमति प्रकट की गई कि युद्ध-अपलो की दृष्टि से इस नई मशीन द्वारा अनुसंधान-कार्य जारी रखा जाना चाहिए। युद्ध सम्बन्धी किसी विशेष कार्य के लिए इस मशीन का ३,७०० टन का चुम्बक कुछ समय के लिए अन्यत्र ले जाया गया। अन्य अनेक व्यावहारिक और अत्यन्त आवश्यक समस्याओं के बावजूद यह पुराना और जटिल प्रश्न बना हुआ था कि क्या कभी परमाणु के गर्भ में छिपी अपार शक्ति के भंडार तक पहुँचने का तरीका निकाला जा सकेगा? भौतिकी के प्रत्येक नोबेल पुरस्कार-विजेता का विश्वास था कि यह लक्ष्य पूरा हो सकता है।

इस सम्बन्ध में लारेंस ने कहा कि "हम इस बात पर विश्वास कर सकते हैं कि हमारे सामने एक ऐसा प्रदेश है, जिसमें हमें एक ऐसा खजाना मिल सकता है, जो आज तक मिले सब खजानों से बहुत बड़ा होगा। हमें इससे परमाणु के गर्भ में छिपे असंमित ऊर्जा भंडार की कुंजी मिल सकती है।" उस समय लारेंस इससे बहुत अधिक बात जानते थे, क्योंकि वे इतिहास की एक अत्यन्त महत्वपूर्ण घटना के मध्य में थे। पर वे इससे अधिक कुछ नहीं कह सकते थे, यह सर्वाधिक गोपनीय था।

एनरिको फर्मी

(१९०१-१९५४)

अणुशक्ति का अनुसंधान और नियंत्रण करने वाले व्यक्ति

मलानचेज के पास एक सेनिटोरियम में मेरी क्यूरी की मृत्यु के ठीक एक महीने बाद ४ जून, १९३४ को विज्ञान-जगत् को दि न्यूयार्क टाइम्स में प्रकाशित एक समाचार से एक और गहरा धक्का पहुँचा। इस समाचार में लिन्सी, रोम की इटालियन अकादमी, की एक बैठक का विवरण दिया गया था। इटली में प्रायोगिक विज्ञान फिर उस दिशा में सन्निभ हो गया था, वहाँ पहले ज़िम्का आभास मिला था।

अकादमी की बैठक में भाषण करते हुए सेनेटर ओरमो मारियो कोरबिनी ने घोषणा की कि उस समय ज्ञात, आवर्त सारिणी में वर्णित, तत्त्वों में आगे एक नये तत्व का आविष्कार हुआ है। अकादमी की इस बैठक में राजा विकटर इमानुएल भी उपस्थित थे। यह नया तत्व यूरेनियम के बाद आवर्त सारिणी में आने वाला तत्व था। यह यूरेनियम से अधिक भारी था। कुछ क्षेत्रों में बड़ी प्रमत्नता से इस घोषणा का स्वागत हुआ, पर कुछ ऐसे वैज्ञानिक भी थे, जो इस समाचार से चिन्तित हो गए और कुछ ने इसके प्रति अविश्वास प्रकट किया। इन्हें यह स्मरण था कि पिछली शताब्दी में तैत्तिस नए रासायनिक तत्वों के आविष्कारों की घोषणा की गई। पर अन्त में इनमें से प्रत्येक, ईमानदारी से हुई एक गलती निकला। वस्तुतः ऐसे रासायनिक तत्वों का दावा किया गया था, जिनका अस्तित्व ही नहीं था। तो नया आश्चर्य कि एक नए तत्व के आविष्कार की घोषणा पर भी वैज्ञानिकों को विश्वास न हुआ हो।

पर जिस वैज्ञानिक के नाम से इस आविष्कार की घोषणा की गई थी, वह सनसनी में विश्वास रखने वाला अनुसंधानकर्ता नहीं था। इस युवक वैज्ञानिक

एनरिको फर्मी

को परमाणु-वैज्ञानिक के रूप में उस समय तक पर्याप्त ख्याति मिल चुकी थी। एनरिको फर्मी का जन्म २९ सितम्बर, १९०१ को रोम में हुआ था और वे अपने माता-पिता की तीन संतानों में सबसे छोटे थे। १६ वर्ष की उम्र में एनरिको, पीसा गए और उन्होंने विज्ञान का विशेष अध्ययन किया। एक्स-किरण के सम्बन्ध में उन्होंने जो अनुसंधान-कार्य किया था, उस पर थीसिस लिखी और उन्हें २१ वर्ष की उम्र में डाक्टरेट मिला। वे आगे अध्ययन के लिए जर्मनी और नीदरलैंड गए तथा इटली लौटने पर पहले रोम और बाद में फ्लोरेंस विश्वविद्यालय में अध्यापन किया।

एक आदर्श परिकल्पित गैस पर उन्होंने लेख लिखा, जिसकी व्यापक चर्चा हुई और उन्हें भौतिकी के प्रोफेसर के रूप में रोम विश्वविद्यालय में वापस बुलाया गया। कोरविनो ने उनके लिए सैद्धान्तिक भौतिकी के प्रोफेसर का पद विशेष रूप से बनाया था और फर्मी के माध्यम से भौतिकी-विभाग को गठित करने का निश्चय किया था। २९ वर्ष की उम्र में वे इटली की रॉयल अकादमी के सदस्य बन गए। वेनितो मुसोलिनी द्वारा सस्थापित इस अकादमी के वे सबसे कम उम्र के सदस्य थे। अमरीका के परमाणु वैज्ञानिक उन्हें अच्छी तरह जानते थे। उन्होंने १९३० की गर्मियों में मिशिगन विश्वविद्यालय में विकिरण के क्वांटम-सिद्धान्त पर भाषण किए थे और तीन वर्ष बाद वे पुनः अमरीका लौटे। वे एक ऐसे विशिष्ट अनुसंधानकर्ता और सैद्धान्तिक भौतिकी विज्ञानी थे, जिनकी उपेक्षा नहीं की जा सकती थी। ससार भर के वैज्ञानिकों ने नए तत्त्व के आविष्कार की रिपोर्टें बड़े ध्यान से पढ़ीं। सबाल उठा कि उन्होंने यूरेनियम से भारी यह नया तत्त्व किस प्रकार बनाया ?

कोई भी जटिल कार्वनिक यौगिक कृत्रिम तरीके से बनाना हमेशा बहुत महत्वपूर्ण काम समझा जाता था। पर फर्मी ने तो स्पष्टतः इससे कहीं अधिक काम किया था। उन्होंने क्षुद्रा की भूमिका अदा की थी। यह समाचार दिया गया था कि उन्होंने मानवता को एक नया तत्त्व दिया है। एक ऐसा तत्त्व जिसे स्वयं प्रकृति ने भी इससे पहले उद्घाटित नहीं किया। यह वस्तुतः एक प्राधुनिक चमत्कार के जैसी बात थी।

कोरविनो ने समाचार दिया था कि युवक फर्मी ने न्यूट्रॉनों को प्रक्षिप्त करके यह कार्य किया था। उन्होंने इस कण का चुनाव इसलिए किया था, क्योंकि यह अत्यधिक सघन और विद्युत्-दृष्टि से उदासीन होता है। उन्होंने रेडियम से विकिरित हीलियम नाभिक को बेरेलियम पर बरसा कर न्यूट्रॉन की यह धारा उपलब्ध की थी। यह सुनने के बाद कि फ्रेड्रिक और आईरोन जोलियट

धमरी ने जनवरी, १९३४ में किंग प्रकार कृत्रिम रेडियो-धर्मिता का आविष्कार किया है, फर्मी ने एल्फा-कणों के स्थान पर न्यूट्रॉनों का प्रयोग कर वर्तमान परिणाम उपलब्ध करने का निश्चय किया, जो उक्त प्राचीनी दम्पति ने किया था। सैद्धान्तिक अध्ययन को छोड़ प्रयोगों की दुनिया में आकर फर्मी ने सब रासायनिक तत्वों पर न्यूट्रॉनों के प्रभावों का अध्ययन शुरू किया।

उन्होंने धातु-सारिणी के पहले आठ तत्वों की आखमायन की, पर कोई परिणाम नहीं निकला। नौवें तत्व पनीरोन के उपयोग से सफलता की कुछ आशा बंधी। उन्होंने अपने पांच युवक गहयोगियों को बुलाया और तेजी से इस सम्बन्ध में अनुसंधान किए। फिर यूरेनियम की बारी आई। उन्हें आशा थी कि न्यूट्रॉन, तत्त्व-संख्या-९२, यानी यूरेनियम के नाभिक को बेधने में सफल होंगे और इसके फलस्वरूप एक प्रोटॉन पीछे रह जाएगा जो यूरेनियम के नाभिक में उपस्थित ९२ प्रोटॉनों से मिलकर एक नया परमाणु बनाएगा, जिसके नाभिक के प्रोटॉनों की संख्या ९३ होगी या दूसरे शब्दों में यह ९३ वां तत्व होगा।

यह प्रयोग सफल रहा और मैग्नीज जैसा एक नया तत्व तैयार हुआ। इसके अलावा धातु-सारिणी के ९३ वें स्थान में भी यह विस्तृत ठीक-ठीक बैठा। प्रकृति ने इस तत्व को पृथ्वी पर उत्पन्न नहीं किया, ऐसा विदवास था, क्योंकि यह अत्यधिक रेडियो-सक्रिय था और इसकी अर्ध-आयु केवल तेरह मिनट की थी। इस आविष्कार से कुछ इटली-निवासी इतने अधिक उत्तेजित हुए कि उन्होंने इसका नाम इटैलियम रखने का सुझाव दिया।

पर फर्मी बहुत मनक वैज्ञानिक थे। उनके समय जो वैज्ञानिक जानकारी थी, उससे वे पूरी तरह आश्वस्त नहीं हुए थे। उन्होंने विज्ञान-जगत् से अनुसंधान किया कि वह कुछ समय तक अपना अन्तिम निर्णय स्थगित रखे और अधिक जानकारी की प्रतीक्षा करें, जिससे इस बात की पुष्टि हो सके। उन्होंने अपने इस तत्व का नामकरण करने से इकार कर दिया। फर्मी सनसनी फैलाने वाली बातों से धृणा करते थे। लेकिन इस मामले में वे एक बहुत बड़ी बात में चूक गए। यह इतनी बड़ी बात थी कि यदि समय से इसका उपयोग कर लिया जाता तो दुनिया की तस्वीर विस्तृत भिन्न होती। इस बीच नाज़ीवाद इटली में भी पहुँच गया था। यहाँ भी जर्मनी के यहूदी-विरोधी कानून लागू कर दिए गए थे। एनरिको फर्मी का जन्म रोमन-कैथोलिक परिवार में हुआ था, पर उन्होंने छ वर्ष पूर्व एक यहूदी लड़की लारा कॅपन से विवाह कर लिया था। लन्दन फामिजम से विदवात नहीं था, क्योंकि इस व्यवस्था में मनुष्य के धनियादी

अधिकार समाप्त कर दिए जाते हैं और इटली के तानाशाह गैर-वैज्ञानिक उच्च जाति के मिट्टांत में भी विश्वास रखते थे। अतः उन्होंने अपनी पत्नी और दो बच्चों सहित इटली छोड़ने का निश्चय किया। पर यह आसान काम नहीं था। सीभाम्यवश कुछ ऐसी घटनाएँ घटी, जिनसे यह सम्भव हो सका। नवम्बर, १९३८ में उन्हें स्टाकहोम से टेलीफोन से समाचार मिला कि उन्हें "न्यूट्रॉन प्रहार द्वारा एक नए रेडियो सक्रिय तत्त्व का पता लगाने और धीमी गति से चलने वाले न्यूट्रॉनों से प्रेरित अणु-प्रतिक्रिया के अनुसंधान के लिए" नोबेल पुरस्कार दिया गया है। उन्हें अपने परिवार-सहित स्वीडन जा कर यह पुरस्कार लेने की इजाजत दी गई। जैसी कि उन्होंने गुप्त योजना बना रखी थी, फर्मी-परिवार कभी न लौटने के लिए इटली से रवाना हुआ। उन्होंने पुरस्कार लेने के बाद स्वीडन के राजा को फासिस्ट सलाम नहीं किया, जिसके लिए इटली के अखबारों ने उनकी घोर भर्त्सना की। इसके बाद वे जहाज द्वारा अमरीका रवाना हो गए, जहाँ वे २ जनवरी, १९३९ को पहुँचे और उन्हें कोलम्बिया विद्वदविद्यालय में भौतिकी का प्रोफेसर नियुक्त किया गया। इस प्रकार वे फर्मी, जिन्हें अणुयुग का प्रमुख निर्माता बनना था, सयुक्त राज्य आने वाले इटली के राजनीतिक या धार्मिक शरणाधिकियों में भी प्रमुख रहे।

हिटलर और मूसोलिनी द्वारा सत्ता हथियाने के बाद फर्मी ही पहले वैज्ञानिक नहीं थे, जो यूरोप छोड़ कर अमरीका गए। १९३३ में आइस्टीन के अमरीका जाने के बाद अनेकों प्रमुख वैज्ञानिक अमरीका पहुँचे। जेम्स फ्रैंक, विक्टर हेस, पीटर डेबी, ओटो लोएवी और अल्बर्ट सेंट जार्जों को पहले ही नोबेल पुरस्कार मिल चुका था और ओटोस्टन तथा फिट्ज साइपमा आदि वैज्ञानिकों को अमरीका में कुछ वर्ष कार्य करने के बाद यह महाव पुरस्कार मिला। इसके अलावा अनेकों अन्य वैज्ञानिक देश भर की प्रयोगशालाओं में विज्ञान के प्रत्येक क्षेत्र में अमरीकी अनुसंधानकर्ताओं के कंधे-ने-कंधा मिला कर काम कर रहे थे। यूरोप में १८४८ की राजनीतिक उथल-पुथल के बाद इतनी बड़ी मछली में प्रथम कोटि के वैज्ञानिक अमरीकी विज्ञान को नई दिशा देने के लिए अमरीका नहीं पहुँचे थे।

अमरीका पहुँचने के पाँच वर्ष पहले फर्मी एक ऐसे अनुसंधान के समीप पहुँच गए थे, जो ससार को हिला सकता था। वे इसमें चूक गए और बाद में उन्होंने इन शब्दों में इसका कारण बताया : "उस समय हम इस बात की पर्याप्त कल्पना न कर सके, कि यूरेनियम का और किसी भी अन्य तत्त्व में अन्य विधि से भी विखंडन हो सकता है। इसके अलावा हमें रसायनशास्त्र का इतना

ज्ञान भी नहीं था कि यूरेनियम के विघटन से प्राप्त कणों को अलग-अलग कर सकें। हमारा विचार था कि इन कणों की संख्या लगभग चार है, जबकि वस्तुतः इनकी संख्या लगभग पचास थी।”

जैसा कि इतिहास ने आगे चल कर सिद्ध किया, यह चूक बहुत मोभाग्य-पूर्ण रही, क्योंकि बर्लिन-डाहलेम में १९३८ में अणु रसायनशास्त्र सम्बन्धी जो अनेकों प्रयोग हुए, उनसे सप्ताह भर में इतनी उत्तेजना फैली कि सनसनी-खेज समाचारों को छापने के विरोधी अखबारों को भी अपने मुख्य पृष्ठों पर बड़ी-बड़ी सुर्तियों में ये समाचार छापने पड़े। कैमर विलहेल्म इस्टिट्यूट फार केमिस्ट्री में, जो हिटलर की चांसलरी से कुछ मील की दूरी पर ही थी, कुछ अनुसंधानकर्त्ता उन प्रयोगों को दोहराना चाहते थे, जो फर्मी ने १९३४ में रोम में किए थे।

किसी वैज्ञानिक ने सुझाव दिया था कि तेरह मिनट की अर्ध-आयु के जिस तत्व का फर्मी ने अनुसंधान किया है, वह सम्भवतः प्रोटेक्टिनियम का एक समस्थानिक (आइसोटोप) है, न कि आवर्त-सारिणी में यूरेनियम के बाद आने वाला तत्व, जैसा कि समझा जा रहा है। इस बात ने कैमर विलहेल्म सस्या के प्रोटोहान और लीस मिटनर का ध्यान आकर्षित किया, क्योंकि उन्होंने ही पहले विद्व-युद्ध के दौरान १९१७ में प्रोटेक्टिनियम का अनुसंधान किया था। उन्होंने फर्मी के प्रयोगों को दोहरा कर यह पता लगाने का भी निश्चय किया कि क्या वस्तुतः फर्मी को भी प्रोटेक्टिनियम मिला है।

इन परीक्षणों के दौरान फ्रीट्ज स्ट्राममन भी हान के साथ आ मिले और आगे प्रयोग किए गए। यूरेनियम पर न्यूट्रॉनों से प्रहार करने के बाद वे इसमें उपलब्ध कणों का बहुत सावधानी से रासायनिक विद्वेषण करने लगे। उन्हें आशा थी कि इन कणों में फर्मी के यूरेनियम से भारी तत्व के अलावा रेडियम भी मिल सकता है। वे रेडियम की खोज कर रहे थे, पर उन्हें यह देखकर बहुत आश्चर्य हुआ कि उन्हें इसके स्थान पर बेरियम, यानी आवर्त-सारिणी का ५६वाँ तत्व मिला। उन्होंने सोचा यह असम्भव है। अब तक लारेंस और उनके सहयोगियों के तत्त्वांतरण परीक्षणों में भारी परमाणुओं का बहुत छोटा भाग विखण्डित हुआ या बहुत छोटे परमाणु कण किसी नाभिक में मिले, पर अब सबसे भारी, ज्ञात तत्व को बड़े-बड़े कणों में विखण्डित किया जा सका। यह एक ऐसी क्रिया थी, जो “अणु भौतिकी के पहले सब अनुभवों से भिन्न थी।”

हान और स्ट्राममन ने यूरेनियम-परमाणु के विघटन से बेरियम मिलने की सूचना ६ जनवरी, १९३९ को दी और दो महीने बाद इसका विवरण टाइ

नेटरवाइसेनशाफ्टेन में प्रकाशित हुआ। हान इस प्रयोग के रासायनिक परिवर्तन के अध्ययन में ही खो गए और ऊर्जा-परिवर्तन की कहीं अधिक महत्त्वपूर्ण बात की ओर उनका ध्यान नहीं गया।

लेकिन गणित-भौतिकी विज्ञानी लीस मिटनर ने तुरन्त यह अनुभव किया कि यूरेनियम के नाभिक में एक नई और अत्यधिक महत्त्वपूर्ण घटना घटी है। लीस मिटनर ने जीवनपर्यन्त जर्मनी में अत्यधिक महत्त्वपूर्ण कार्य किया था, पर यहूदी महिला होने के कारण नाजियों ने उन्हें गिरफ्तार कर कन्सेन्ट्रेशन कैंप में भेजने का निश्चय किया। यह वह समय था, जब जर्मन विश्वविद्यालयों के गैर-आर्य तथा अन्य बुद्धिजीवियों को विश्वविद्यालयों से हटाकर उन पर घोर अत्याचार किए जा रहे थे। १९३८ की गर्मियों में इस ६१-वर्षीय महिला वैज्ञानिक ने निश्चय किया कि "अब समय आ गया है कि मुझे अपनी गुप्त जानकारी सहित इस देश से भाग निकलना चाहिए। मैं यह बहाना बनाकर, कि मैं एक सप्ताह की छुट्टी बिताने हलैंड जा रही हूँ, रेलगाड़ी पर सवार हुई। हलैंड की सीमा को मैंने आस्ट्रियन पासपोर्ट से पार किया और हलैंड में मैंने स्वीडन का प्रवेश-पत्र उपलब्ध किया।" यह स्पष्ट था कि मिटनर कन्सेन्ट्रेशन कैंप की यातनाओं से भागना चाहती थी, पर इससे भी अधिक महत्त्वपूर्ण बात उनके मन में यह थी कि उन्होंने और उनके सहयोगियों ने यूरेनियम के विखंडन के जो प्रयोग किए हैं, उनके पास उनका एक नया और विशेष स्पष्टीकरण है, जो इतिहास के क्रम को बदल सकता है।

स्टाकहोम से लीस मिटनर कोपेनहेगन गयी। यहाँ उनके भतीजे ओटो थार० फ्रिश, नील्स बोह्र की प्रयोगशाला में काम कर रहे थे। फ्रिश भी जर्मन शरणार्थी थे। उन्होंने मिलकर हान और स्ट्रासमन के प्रयोगों को दोहराया और पहली बार सही रूप से बताया कि यूरेनियम-परमाणु के नाभिक के विखंडन से लगभग समान आकार के जो बेरियम और क्रिप्टान तत्व के दो परमाणु तैयार होते हैं, इनके अलावा कुछ और छोटे-छोटे कण भी उपलब्ध होते हैं। उन्होंने ब्रिटेन की विज्ञान पत्रिका नेचर को एक पत्र भेजा, जिम पर १६ जनवरी, १९३९ की तारीख पड़ी थी और कुछ सप्ताह बाद यह प्रकाशित हुआ। उन्होंने इस शान्तिकारी परिवर्तन को, जिसमें यूरेनियम, बेरियम और क्रिप्टान में परिवर्तित होता है, विखंडन की संज्ञा दी।

इस आणविक विखंडन से, जैसी कि उन्होंने भविष्यवाणी की, लगभग बीस करोड़ इलेक्ट्रॉन वोल्ट जितनी आणविक ऊर्जा उत्पन्न होती है। मिटनर ने सही रूप से कहा कि इतनी अधिक ऊर्जा की उत्पत्ति यूरेनियम के कण

द्रव्यमान के आइस्टीन के समाना-ऊर्जा नियम के अनुसार ऊर्जा में परिवर्तित होने में होती है।

१९०५ में एल्बर्ट आइस्टीन ने अपने आपेक्षिकता सिद्धान्त के प्रतिपादन के समय यह घोषणा की थी कि द्रव्यमान और ऊर्जा में कोई मौलिक अन्तर नहीं है। उनकी क्रान्तिकारी विचारधारा के अनुसार ऊर्जा में वस्तुतः द्रव्यमान होता है और द्रव्यमान वस्तुतः ऊर्जा का प्रतिनिधित्व करता है। इसकी पुष्टि में उन्होंने कहा कि एक गतिशील वस्तु का द्रव्यमान स्थिर वस्तु से अधिक होता है। अतः समाना की अविनाशिता और ऊर्जा की अविनाशिता के दो नियमों के स्थान पर केवल समाना-ऊर्जा की तुल्यता और अविनाशिता का एक ही नियम है। आइस्टीन ने कहा कि सदियों तक सामान्य ऊर्जा को इसलिए भारहीन माना जाता रहा, क्योंकि इसका द्रव्यमान या समाना इतनी अधिक कम है कि इसकी उपेक्षा की जाती रही। यह भी हो सकता है कि इसकी मात्रा इतनी कम होने के कारण इसका पता न चला हो। उदाहरण के लिए अब हम जानते हैं कि तीन लाख टन पानी को उबालने के लिए आवश्यक, अत्यधिक ऊर्जा का भार एक ग्राम का बहुत सूक्ष्म हिस्सा होता है। अतः एक प्याला पानी उबालने के लिए आवश्यक ताप की समाना (ऊर्जा) प्रायः नगण्य होगी। आइस्टीन ने समाना और ऊर्जा की तुल्यता दर्शाने के लिए एक गणित समीकरण बनाया। यह समीकरण है :

$$E = mc^2$$

इस समीकरण में E (ऊर्जा) ग्रामों में ऊर्जा, m (द्रव्यमान) ग्रामों में समाना और c (प्रकाश की गति) सेंटीमीटर प्रति सेकण्ड में प्रकाश की गति दर्शाते हैं। प्रकाश की गति १,८६,००० मील प्रति सेकण्ड है। जब इस संख्या को इतनी ही संख्या में गुणा किया जाता है, जैसा कि समीकरण में दिखाया गया है, तो हमें अत्यधिक बड़ी संख्या उपलब्ध होती है। अतः E एक बेहद बड़ी संख्या हो जाती है। उदाहरण के लिए एक पाउंड पदार्थ (कोयला या यूरेनियम) को पूरी तरह से ऊर्जा में बदल दिया जाए तो इसमें लगभग ११ अरब किलोवाट ऊर्जा मिलती है। यह भोटे धीरे पर उतनी विजली के बराबर है, जितनी संयुक्त राज्य अमरीका के सब विजलीघर एक महीने में तैयार करते हैं। इस की तुलना एक पाउंड कोयले के ज्वलन (आणविक नहीं रासायनिक परिवर्तन) में करिये, जिससे लगभग आठ किलोवाट ऊर्जा उत्पन्न होती है। एक पाउंड कोयले की आणविक ऊर्जा लगभग दो अरब गुना अधिक है।

उस समय आइस्टीन के विचार केवल सैद्धान्तिक थे। अपने समीकरण की सत्यता प्रमाणित करने के लिए उनके पास प्रयोगों से उपलब्ध कोई जान-

कारी नहीं थी, पर उनका कहना था कि रेडियोधर्मिता और परमाणु के विखंडन के अनुसंधानों से इसके प्रमाण निरगम्य।

हान-मिटनर-स्ट्रासमन-रिच के प्रयोगों में ऊर्जा उत्पन्न होने के समाचार से केवल पुरानी समस्या ही फिर नहीं उठी, बल्कि यह अत्यधिक तेज हो गई। बोह्र के अमरीका खाना होने से पहले मिटनर और मिश ने अपने अनुसंधान के परिणामों के बारे में उनसे बातचीत की। उस समय तक इन अनुसंधानकर्ताओं ने इन जानकारों को प्रकाशित भी नहीं किया था। अमरीका पहुँचने पर बोह्र का स्वागत फर्मी ने बन्दरगाह में ही किया और डेन्मार्क के इस वैज्ञानिक ने उन्हें बताया कि वे अमरीका में कुछ महीने रहकर प्रिन्स्टन, न्यू जर्सी की संस्था में आइंस्टीन से विभिन्न वैज्ञानिक समस्याओं पर विचार करना चाहते हैं।

बोह्र की, अमरीका खाना होने से पहले, जो जानकारी मिली थी, उससे वे अत्यधिक उत्तेजित थे। और उन्होंने ऊर्जा की उत्पत्ति का यह समाचार सुने ह्य से अन्य वैज्ञानिकों को बताया। हान के यूरेनियम विखंडन प्रयोग सम्बन्धी लेख के गैली प्रूफ उनके पास भेजे गए तथा अमरीका की तीन अनुसंधान टोमियों ने इस प्रयोग को दोहरा कर इसकी सत्यता की पुष्टि की।

उस वर्ष २६ जनवरी को बोह्र ने वाशिंगटन में जाज वाशिंगटन विश्व-विद्यालय में सैदान्तिक भौतिकी के सम्मेलन में हिस्सा लिया। हर वैज्ञानिक अनुसंधान की चर्चा कर रहा था। इस नई घटना पर अत्यधिक विचार हुआ और इन सम्बन्ध में अनेकों मत प्रकट किए गए। इस घटना से अमरीका के वैज्ञानिक अत्यधिक उत्तेजित थे। इन प्रमुख परमाणु वैज्ञानिकों में एनरिको फर्मी भी थे।

फर्मी ने बोह्र से अपनी बातचीत के दौरान सुझाव दिया कि अतला प्रतिक्रिया द्वारा अनुसंधान अत्यधिक ऊर्जा उत्पन्न करके भी मुंजी बन सकता है। उनकी कल्पना थी कि यूरेनियम के परमाणु के विखंडन से अतिरिक्त न्यूट्रॉन उत्पन्न हो सकते हैं, जो यूरेनियम के अन्य परमाणुओं को विखंडन कर सकते हैं। इस प्रकार एक स्वयंपूर्ण प्रतिक्रिया शुरू की जा सकती है, जिसमें मुक्त हुआ प्रत्येक न्यूट्रॉन यूरेनियम के दूसरे परमाणु को भी विखंडन करेगा, जिस प्रकार एक टोरी से बंधे पटागे, एक पटागे के पलायन स्वयं छूटने लगते हैं, जब तक कि सब पटागे न छूट जायें। अब पटागों से ऐसा लगता है, मानो वास्तु से भरे किसी जहाज को तापीय की गया हो। इसी प्रकार परमाणु कर्णों की ऊर्जा को उत्पन्न भी किया

जा सकता है; इस क्रिया द्वारा एक पौंड यूरेनियम के, ०.१ प्रतिशत से उत्पन्न ऊर्जा करोड़ों पौंड वास्तु (टी० एन० टी०) के धमाके से उत्पन्न ऊर्जा जितनी होगी।

तो यह श्रृंखला प्रतिक्रिया अब तक हुए विभिन्न परीक्षणों के दौरान क्यों नहीं हुई? नील्स बोह्र और उनके भूतपूर्व विचार्यों प्रिन्सटन विश्वविद्यालय के जान ए० व्हीलर इस सवाल पर विचार करते रहे। तीन सप्ताह बाद अमरीकी भौतिकी संस्था की एक बैठक में उन्होंने इस सिद्धान्त का प्रतिपादन किया कि यूरेनियम के विखंडन के दौरान प्रयोग में प्रयुक्त पूरे यूरेनियम का विखंडन नहीं हुआ। उनका विश्वास था कि प्रयोग में प्रयुक्त यूरेनियम के एक प्रतिशत से भी कम का विखंडन हुआ, क्योंकि यूरेनियम के तीन समस्थानिकों में से केवल एक का ही विखंडन हो सकता है। इस विखंडन-योग्य समस्थानिक का परमाणु-भार २३५ है, जबकि ६६.३ प्रतिशत यूरेनियम का परमाणु-भार २३८ होता है। यूरेनियम-२३८ अत्यधिक स्थायी होता है। इसकी अर्ध-आयु लगभग ४ अरब वर्ष मानी जाती है, जैसा कि हम जानते हैं कि समस्थानिक एक ही तत्व के परमाणु होते हैं, जिनकी परमाणु-संख्या और रासायनिक गुण समान होते हैं, पर उनका परमाणु-भार भिन्न होता है।

बोह्र और व्हीलर ने तर्क दिया कि श्रृंखला-प्रतिक्रिया केवल यूरेनियम-२३५ से ही हो सकती है। उन्होंने कहा कि श्रृंखला प्रतिक्रिया को धीमी गति से चलने वाले न्यूट्रॉनों के प्रहार से शुरू किया जा सकता है। धीमी गति से चलने वाले इन न्यूट्रॉनों का अनुसंधान फर्मी ने १९३४ में किया था।

बेरिलियम से जो न्यूट्रॉन निकलते हैं, उनकी गति बहुत तेज होती है। वे १० हजार मील प्रति सैकंड की गति से चलते हैं। इतनी तेज गति से चलने वाले न्यूट्रॉनों को यूरेनियम-२३८ के परमाणु पकड़ लेते हैं, पर विखंडन नहीं होता। फर्मी ने सुझाव दिया कि इन न्यूट्रॉनों की गति को कम करने के लिए ग्रेफाइट (या भारी पानी) का प्रयोग किया जा सकता है, क्योंकि तेज गति से चलने वाले न्यूट्रॉनों के इनसे टकराने से, उनकी कुछ ऊर्जा समाप्त हो जाती है और गति घट जाती है। इस क्रिया से इनकी गति को एक मील प्रति सैकंड तक घटाया जा सकता है। इतनी धीमी गति से चलने से ये न्यूट्रॉन यूरेनियम-२३८ के परमाणुओं के नाभिकों से टकराते-टकराते अन्त में यूरेनियम-२३५ के परमाणु के नाभिक से टकराएँगे और इसका विखंडन करेंगे।

बोह्र-व्हीलर के इस विचार की सत्यता का पता लगाने के लिए शुद्ध यूरेनियम-२३५ की आवश्यकता थी। सबसे पहली बार मिनेसोटा विश्वविद्यालय

के एलफ़ डी प्रो० नीपर ने यूरेनियम के समस्थानिकों के मिश्रण से बहुत धाँडी मात्रा में यूरेनियम-२३५ अलग किया था। उन्होंने केवल सूक्ष्मदर्शी से ही देखे जाने योग्य इस जरा से यूरेनियम-२३५ को फर्मी के पास कोलम्बिया विश्व-विद्यालय भेजा। इस पर और जनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी की प्रयोगशाला में तैयार यूरेनियम-२३५ के कणों पर कोलम्बिया साइक्लोट्रॉन में धीमी गति से चलने वाले न्यूट्रॉनों से प्रहार किया गया। और मार्च, १९४० में बोह्र और व्हीलर की भविष्यवाणी सत्य सिद्ध हुई।

नीपर ने इस जरा से यूरेनियम-२३५ को अलग करने में बहुत समय लगाया था। यह काम उन्होंने संभाषा स्पेक्ट्रोमीटर की सहायता से किया था। पर यह विधि अत्यन्त धीमी थी। जिस गति में वे यूरेनियम-२३५ को अलग कर रहे थे, उससे इस महत्त्वपूर्ण एक पींड समस्थानिक को इकट्ठा करने में ७५ हजार वर्ष लगते। अतः बड़े पैमाने पर परमाणु-ऊर्जा उत्पन्न करना अभी स्वप्न की ही बात थी।

पर इस सम्बन्ध में बहुत अधिक अनुसंधान होते रहे। १९४९ में आणविक प्रयोगों के बारे में सी से अधिक लेख प्रकाशित हुए। पर इनमें से अधिकांश लेखों के बारे में इस समस्या के हल के विपरीत राय दी गई थी। इलेक्ट्रॉनिक्स नामक पत्रिका ने उस समय प्रकाशित लेखों से यह निष्कर्ष निकाला - "अभी इस बात को प्रमाणित करना है कि यूरेनियम-२३५ की शृंखला-प्रतिक्रिया एक वास्तविकता है.....इस बीच यूरेनियम-२३५ समस्थानिक पर नजर रखनी आवश्यक है, यह अत्यन्त महत्त्वपूर्ण सिद्ध हो सकता है।"

पर सामान्य लोगों के लिए इस पर नजर रखने की कोई बात नहीं थी। मार्च, १९३९ में बोह्र डेन्मार्क वापस लौट गए। एक वर्ष बाद वे और प्रमरीकी अणुवैज्ञानिक स्वेच्छा में इस बात पर सहमत हो गए कि विज्ञान की इस विस्फोटक शाला सम्बन्धी अनुसंधानों के और परिणामों को प्रकाशित नहीं किया जाना चाहिए। इस मुरझात्मक कार्रवाई ने संसार के लोगों को इस सोच-विचार की स्थिति में छोड़ दिया कि क्या परमाणु-ऊर्जा का व्यावहारिक कार्य में उपयोग हो सकता है। जब ६ अगस्त, १९४५ को इसकी सफलता का समाचार मिला, तो इसने अत्यधिक आशावादी वैज्ञानिकों को भी आश्चर्यचकित कर दिया।

आणविक ऊर्जा की नियंत्रित उत्पत्ति एक अत्यन्त महत्त्वपूर्ण बात ही थी, वल्कि यह विज्ञान के इतिहास की सर्वाधिक क्रान्तिकारी उपलब्धि

पाँच वर्षों की छोटी अवधि में ही छोड़े में वैज्ञानिकों ने अन्य बड़े-बड़े वैज्ञानिकों के अनुसंधान-कार्यों की महायत्ना में उम्र समीपित शक्ति को मुक्त किया, जो मसाले का कल्पनालीन विकास कर सकती है, या इसे नेस्तनाबूद कर सकती है।

परमाणु बम का निर्माण शुद्ध और व्यावहारिक विज्ञान की एकता का एक और उदाहरण है। मृत्यु के ताप की रचना, विकिरण के गुणों और परमाणु की रचना सम्बन्धी शुद्ध मंडान्तिक तथ्यों के आधार पर प्रकाश विद्युत् सैल, मायाशि (मैजिक धाई), इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी, रडार और टेलीविजन का निर्माण हुआ। जो मंडान्तिक वैज्ञानिक किसी यंत्र के बनाने में महामत्ता करने की कल्पना भी नहीं कर सकते थे, अब ऐसे सिद्धान्तों और गणित में गभीरताओं का प्रतिपादन कर रहे थे, जिनके आधार पर ऐसे घातक अस्त्रों का निर्माण हुआ, जिनके बारे में पहले मनुष्य मोघ भी नहीं सकता था।

कुछ प्रमुख वैज्ञानिकों को छोड़ कर प्रायः प्रत्येक देश, जाति, धर्म और सम्प्रदाय के हजारों वैज्ञानिकों को इस बात का जरा भी आभास नहीं था कि वे किस 'दैत्य' की रचना करने में लगे हैं। वे केवल इतना जानते थे कि वे अपने कार्य से विज्ञान को समृद्ध कर रहे हैं। केवल अमरीका के स्त्री-पुरुषों ने ही नहीं, बल्कि समस्त के प्रायः प्रत्येक कोने के स्त्री-पुरुषों ने आणविक ऊर्जा की उत्पत्ति के इस महान् कार्य में योग दिया।

आणविक भौतिकी के इस क्षेत्र में अमरीकी वैज्ञानिकों के अलावा जो अन्य देशों के वैज्ञानिक काम कर रहे थे, उनमें डेन्मार्क के नील्स बोह्र, इटली के एन्रिको फर्मी, एमिलीो सेग्रो और ब्रूनो पोंटेकोरवो, आस्ट्रिया के वोल्फगैंग पॉली और विक्टर वेइमकोफ, हंगरी के लीमां जिलाई, एडवर्ड टेलर और जार्ज वान हेवेसी; मोवियत यूनिवर्स के पीटर केपीट्जा और दिमित्रि स्कॉवेलज़ीन; फ्रांस के आइरीन और फ्रेडरिक जोलियट क्यूरी तथा हम बीच; भारत के चन्द्रशेखर रमण और जापान के होदेकी यूकावा थे।

जब हिरोशिमा पर परमाणु बम गिराने के बाद आणविक विसंजन के गुण नाटक का पर्दा हटा तो एक अत्यधिक उत्तेजनाप्रद स्थिति सामने आई। जब आणविक विसंजन की वास्तविकता को प्रदर्शित किया गया और भ्रूलला-प्रतिक्रिया की सम्भावना आशिक रूप से सिद्ध हुई तो ममार इस परिणाम के लिए तैयार हो गया था। इन कार्य में जर्मनी के कुछ आणविक भौतिकी-विज्ञानी भी थे, जो इसके द्वारा एक अत्यधिक विस्फोटक पदार्थ के निर्माण की सम्भावना देख रहे थे। जिस समय हिटलर यूरोप में अपनी तलवार घुमा रहे थे, उनके वैज्ञानिक परमाणु शक्ति सम्बन्धी अनुसंधानों में लगे थे।

पर संयुक्त राज्य अमरीका में स्थिति भिन्न थी। हिरोशिमा के छ दिन बाद संयुक्त राज्य अमरीका ने परमाणु बम संबंधी जो ऐतिहासिक सैनिक रिपोर्ट प्रकाशित की, उसमें हेनरी डी० स्मिथ ने लिखा कि "अमरीका में पैदा हुए अणुभौतिकी-विज्ञानी, विज्ञान को सैनिक कार्यों में प्रयुक्त करने के विचार के विलकुल आदी नहीं थे, जिसके फलस्वरूप वे यह महसूस न कर सके कि इस सम्बन्ध में क्या करने की आवश्यकता है। अतः आरम्भ में अणु अनुसंधान सम्बन्धी जानकारी के प्रकाशन पर जोर देने का काम और अनुसंधानों के लिए आवश्यक धन सरकार से प्राप्त करने का आरम्भिक प्रयास अमरीका में रहने वाले विदेशों में जन्मे थोड़े से वैज्ञानिकों ने किया।" ये सब धार्मिक या राजनीतिक दारणार्थी थे, जो यूरोप से भाग कर अमरीका आए थे।

इन दारणार्थी वैज्ञानिकों में चालीस वर्षीय लियो जिलार्ड भी थे, जो उस समय आणविक ऊर्जा सम्बन्धी अनुसंधान में लगे थे और कोलम्बिया विश्व-विद्यालय में कार्य कर रहे थे। जिलार्ड अत्यधिक सक्रिय नाज़ी-विरोधी थे। और वे अमरीका आते समय अपने साथ वे उपकरण लेते आए थे, जो उन्होंने अपने अनुसंधानों के लिए तैयार किए थे। इन उपकरणों से उन्होंने कोलम्बिया विश्वविद्यालय में आगे अनुसंधान किए। ३ मार्च, १९३६ को वे और एक युवक कनाडियन वाल्टर जिन, आणविक विखंडन की सत्यता का पता लगाने के लिए परीक्षण कर रहे थे। उन्होंने आवश्यक उपकरण लगाए। स्विच घुमाया और परीक्षण की प्रतिक्रिया और परिणामों को देखने के लिए लगे टेलीविजन पर आँख गड़ा कर बैठ गए। जिलार्ड ने लिखा, "उस रात मुझे यह ज्ञान हो गया कि संसार के लिए कष्ट की सृष्टि हो रही है।"

जिलार्ड आणविक विखंडन के उपयोगों की सम्भावना से अत्यधिक भयभीत हो उठे थे। १९३६ में जर्मनी के गोला-बारूद मंत्रालय ने इसके उपयोग की सम्भावनाओं का पता लगाने के लिए एक अनुसंधान टोला नियुक्त की। कल्पना कीजिए यदि हिटलर के वैज्ञानिक आणविक ऊर्जा के सिद्धान्त पर बम बनाने पर पूरी लगन से लग जाते हैं तो क्या होगा? वे इसमें सफल हो सकते हैं और मारे संसार को अपना गुलाम बना सकते हैं। ये विचार जिलार्ड को भयभीत कर रहे थे। उस वर्ष जुलाई में जिलार्ड प्रिंसटन गए और अपने मित्र यूजीन पी० विगनर से इस सम्बन्ध में बातचीत की। विगनर भी हंगरी से उनके साथ अमरीका आए थे। इसके बाद जिलार्ड ने आइंस्टीन से निश्चय किया, जो उन दिनों पिकोनिक् खाड़ी, लांग आइलैंड के पूर्वक अपनी छुट्टियाँ बिताने के लिए गए हुए थे। जिलार्ड ने

होमरियन दारणार्थी, भौतिकी विज्ञानी, एडवर्ड टेलर से अनुरोध किया कि वे अपनी कार में उन्हें वहाँ से लें।

विदेश में जन्मे एक अन्य अमरीकी, एलेग्जेंडर साक्ष्य तो इस बात से इतने अधिक भयभीत हो उठे थे कि उनके दिमाग में विकृति धारण का भय हो गया था। वे बचपन में ही सोवियत रूस से अमरीका आ गए थे। उन्होंने हार्वर्ड और कैम्ब्रिज में शिक्षा पाई थी तथा बाद में फॉकलिन डी० रूजवेल्ट के अनी-चारिक सलाहकार और औद्योगिक परामर्शदाता बन गए थे। साक्ष्य, जिलाई की इस बात से गहमत थे कि जल्दी-से-जल्दी इस सम्बन्ध में कुछ किया जाना चाहिए। वे आईस्टोन के अत्यधिक प्रभाव के बारे में जानते थे। जब जिलाई ने साक्ष्य को यह सुझाव दिया कि उन्हें प्रेसीडेंट से मिलना चाहिए, तो उन्होंने इसमें जरा भी विम्व नही किया। ११ अक्टूबर, १९३६ को उन्होंने आईस्टोन का पत्र, व्हाइट हाउस में प्रेसीडेंट फॉकलिन डी० रूजवेल्ट को दिया।

रूजवेल्ट ने इस खतरे को स्पष्ट रूप से समझा। उनमें तुरन्त कार्रवाई करने की भूम्युक्त और साहस था। उन्होंने अपने उन सलाहकारों की एक न सुनी जो इस कार्य में सहायता देने में हिचकिचा रहे थे, या इसकी भयावह सम्भावनाओं से भयभीत नही थे। दूसरे महायुद्ध के शुरू होने के पाँच दिन के भीतर ही प्रेसीडेंट ने यूरेनियम सलाहकार समिति नियुक्त की। इसमें अलेग्जेंडर साक्ष्य, एनरिको फ़र्मी, लियो जिलाई, ई० पी० विगनर, एडवर्ड टेलर और स्पल सेना तथा नौसेना के कई अफसर थे। समिति की बैठक २१ अक्टूबर, १९३६ को हुई। समिति के सैनिक सदस्यों ने यह राय प्रकट की कि संघीय सरकार को प्राणविक शक्ति सम्बन्धी अनुसंधानों के बीच में नही पड़ना चाहिए और इस काम को विद्वविद्यालयों पर छोड़ देना चाहिए। २० फरवरी, १९४० को इस कार्य के लिए सिर्फ ६ हजार डॉलर की राशि मजूर की गई, जो इस काम के लिए सर्वथा अपर्याप्त थी।

इसी बीच अर्नेस्ट ओ० लारेंस को १९३२ में साइक्लोट्रॉन बनाने पर, १० दिसम्बर, १९३६ को नोबेल पुरस्कार दिया गया। इस बात से यह तथ्य सामने आया कि अन्य लोगों के पास भी साइक्लोट्रॉन हैं, जिनसे बड़े पैमाने पर प्राणविक विखडन के प्रयोग किए जा सकते हैं। १९४० के आरम्भ में साक्ष्य और आईस्टोन इस यूरेनियम योजना की अत्यधिक धीमी प्रगति से असन्तुष्ट थे। उस वर्ष अर्नेस्ट के महीने में साक्ष्य फिर व्हाइट हाउस पहुँचे और प्रेसीडेंट रूजवेल्ट से इस काम को तेजी से कराने और अधिक धन देने की प्रार्थना की।

इस समय इंग्लैंड इस बात से बहुत घबरा रहा था कि जर्मनी परमाणु बनाना सक्ता है। ब्रिटेन के वैज्ञानिक रडार के आविष्कार और रडार सम्बन्धी अनुसंधान में फँसे हुए थे और उन्हें यह सूचना मिली कि कैंसर बिल्हेल्म संस्था के अधिकांश वैज्ञानिकों को अणु-अनुसंधान का काम सौंपा गया है। अतः ब्रिटेन के वैज्ञानिक भी इस स्थिति के मुकाबले की तैयारी करने लगे। नोबेल पुरस्कार विजेता सर जार्ज पी० टामसन के नेतृत्व में अप्रैल, १९४० में एक समिति नियुक्त की गई। सर जार्ज टामसन इलेक्ट्रॉन के अनुसंधानकर्ता के पुत्र थे। प्रोटो ग्रार० फ्रिड और जे० रोटवाल्ड, लीवरपूल में कार्य कर रहे थे। और बाद में अनुसंधान का कार्य केबेडिथ प्रयोगशाला में भी शुरू किया गया। यहाँ एन० फंडर और ई० वॉइचर की देख-रेख में यह काम शुरू हुआ। फ्रान के वैज्ञानिक भी जर्मनी द्वारा परमाणु बम तैयार कर लेने के खतरे के प्रति जागृक थे। जब जून, १९४० में हिटलर ने फ्रांस पर अधिकार कर लिया तो फ्रैंड्रिक जोलियट-क्यूरी ने अपने सहयोगियों, एच० वान हालबन और एल० वीवारस्की को केंब्रिज जाकर ब्रिटेन के परमाणु-विज्ञानियों की सहायता करने को कहा।

जिस समय ये फ्रांसीसी वैज्ञानिक ब्रिटेन खाना हो रहे थे, प्रेसीडेंट रूजवेल्ट ने जून, १९४० में राष्ट्रीय प्रतिरक्षा अनुसंधान समिति की स्थापना की और आरम्भिक यूरैनियम सलाहकार समिति इस नई समिति की उपसमिति बन गई। वर्ष की समाप्ति से पहले ही कोलम्बिया विश्वविद्यालय को श्रुतता-पत्रिका के अध्ययन के लिए चालीस हजार डॉलर मिले। अगले वर्ष की शुरुआत में राष्ट्रीय प्रतिरक्षा अनुसंधान समिति के निदेशक वन्नावर बुरा ने प्रेसीडेंट रूजवेल्ट को अणु-अनुसंधान के कार्य की प्रगति का झोरा दिना और उन्हें जे० टी० वैनव्रिज और सी० भी० लॉरिटसेन के इंग्लैंड की टामसन समिति की बैठकों में भाग लेने के बारे में भी रिपोर्ट दी। १९४१ की शुरुआत तक ब्रिटेन वैज्ञानिक इस निश्चित निष्कर्ष पर पहुँच गए थे कि परमाणु बम बनाना आसान काम है और उन्होंने प्राकृतिक यूरैनियम अथवा से यूरैनियम-२३५ को अलग करने में गैसीय विस्तारण का तरीका इस्तेमाल करने का सुझाव दिया। प्रेसीडेंट रूजवेल्ट ने क्लिमेंट एटली को सुझाव दिया, जो उन दिनों धार्मिक मामलों के सदस्य थे, कि ब्रिटेन के अणु-वैज्ञानिक, अमेरिका के अणु-वैज्ञानिकों परमाणु-परीक्षणों और अनुसंधान के बारे में सहयोग दें। उत्तर देते हुए इस सहयोग से यह कार्य जल्दी पूरा किया जा सकेगा। अंततः अमेरिकी सरकार ने इस प्रस्ताव को स्वीकार कर लिया।

नवम्बर, १९४१ में हैरोल्ड सी० यूरे और जार्ज बी० वेगम को ब्रिटिश वैज्ञानिकों से बातचीत के लिए भेजा गया। इसमें दो महीने पहले चर्चित ने कुछ अनिच्छा से ही परमाणु बम के काम को उच्च प्राथमिकता देने का निश्चय किया था। उन्होंने कहा कि "यद्यपि मैं व्यक्तिगत रूप में वर्तमान विस्फोटकों से सन्तुष्ट हूँ, पर मैं समझता हूँ कि मुझे प्रगति के मार्ग में बाधक नहीं बनना चाहिए।" सर जॉन एण्डरसन को ब्रिटेन के परमाणु बम कार्यक्रम के निरीक्षण का काम सौंपा गया और उन्होंने इंग्लैंड के प्रमुखतम परमाणु-विज्ञानियों को एक स्थान पर इकट्ठा किया। इन वैज्ञानिकों में सर चार्ल्स टारविन (टारविन परिवार की चौथी पीढ़ी के सदस्य), रुडोल्फ ई० पिपर्स और फ्रांज ई० साइमन तथा न्यूट्रॉन के आविष्कारक सर जेम्स चाटविक भी थे।

यूरे उम सप्ताह अमरीका लौटे, जिसके रविवार को पर्व हारबर पर बम-वारी हुई थी। उन्होसे घर लौटने पर कहा कि इस कार्य को बहुत तेजी से किया जाना आवश्यक है। इसके बाद कार्य बहुत तेजी से होने लगा। पर्व हारबर पर हमले से एक दिन पहले यह अन्तिम रूप से निश्चय कर लिया गया था कि परमाणु बम तैयार करने के लिए भरपूर प्रयास किया जाना चाहिए। ग्यारह दिन बाद वैज्ञानिक अनुसंधान और विकास कार्यालय के अन्तर्गत राष्ट्रीय प्रतिरक्षा अनुसंधान समिति का पुनर्गठन किया गया। अन्ततः १४ अगस्त, १९४२ को युद्ध-मन्त्री हेनरी एस० स्टिमसन के आदेश से मैनहटन इंजीनियर डिस्ट्रिक्ट नाम से परमाणु बम बनाने को योजना शुरू की गई।

भगले वर्ष के आरम्भ में ब्रिटेन और कनाडा के वैज्ञानिकों की एक संयुक्त टोली मॉंट्रियल में मिलजुल कर काम करने के लिए पहुँची। उसी वर्ष बाद में सर जॉन एण्डरसन और अमरीकी वैज्ञानिकों तथा अन्त में रुजवेल्ट और चर्चिल की बातचीत के बाद ब्रिटेन के सब परमाणु-वैज्ञानिक संयुक्त राज्य अमरीका आ गए, जिसे परमाणु बम तैयार करने के काम को पूरी तेजी से किया जा सका।

यह अन्तिम कार्रवाई करने से पहले विभिन्न अनुसंधान टोलियों को कई महत्वपूर्ण समस्याएँ सौंपी जा चुकी थी। इसमें से एक समस्या नियंत्रित और स्वयम्भूत आणविक श्रृंखला-प्रतिक्रिया शुरू करने की थी। जनवरी, १९४२ में ही, यह निश्चय कर लिया गया था कि यह काम शिकागो विश्व-विद्यालय में किया जाना चाहिए, जहाँ आर्थर एच० क्रॉम्पटन न्यूट्रॉन संबंधी अनुसंधान कर रहे थे। अग्रिम में विभिन्न केन्द्रों में कार्य करने वाले, शिकागो की धातुकर्म प्रयोगशाला में मिलकर अनुसंधान करने के लिए पहुँचे। एनरिको फर्मी भी इन वैज्ञानिकों में थे।

इस कार्यक्रम के लिए पर्याप्त मात्रा में शुद्ध यूरेनियम की सबसे अधिक आवश्यकता थी और १९४१ में केवल कुछ पींड शुद्ध यूरेनियम ही उपलब्ध था। १९४२ के आरम्भ में ऐमीञ्ज के आइजोवा स्टेट कालिज ने पहली बार यूरेनियम भेजा, जहाँ फैंक एच० स्पेडिंग के निरीक्षण में इस धातु को शुद्ध करने का काम हो रहा था। इस बीच फर्मी को, जो उस समय भी शत्रु देश के नागरिक थे, ऐसा यंत्र तैयार करने का काम सौंपा गया, जिसके द्वारा नियंत्रित शृंखला-प्रतिक्रिया दुरू की जा सके। उन्होंने और जिलाड ने पहले २६ फुट व्यास के एक गोलाखंड की बात सोची। अन्त में जो पाइल तैयार हुई, उसका ऊपरी भाग मधुमक्खी के छत्ते जैसा होने के कारण गोलाखंड जैसा ही लगता था। फर्मी ने यह पाइल शिकागो-विश्वविद्यालय की स्टेगफ़ील्ड के स्ववेश खेलभे के कोर्ट में बनाई थी। इस पाइल में विशेष रूप से शुद्ध ग्रेफ़ाइट की १२,४०० पींड ईंटें लगी थीं, जिसमें निश्चित दूरी पर छेद किये गए थे और अलुमिनियम के डिब्बों में बन्द यूरेनियम ऑक्साइड और शुद्ध यूरेनियम रखा गया था, जिसे पाइल को ठण्डा रखने के लिए छोड़े जाने वाले पानी से इसका क्षरण न हो। ईंटों को इस प्रकार लगाया गया था, जिससे जल-सा बन जाए, क्योंकि न्यूट्रॉनों की गति को धीमा करने के लिए यही सर्वोत्तम व्यवस्था मानी गई थी।

इस अनुसंधान के बारे में बहुत अधिक सैद्धान्तिक विचार, गणना-विचार-विमर्श और योजना का संशोधन हुआ। ग्रेफ़ाइट की ईंटों को उस समय तक बारम्बार लगाया और हटाया गया, जब तक इसमें काम करने वाले व्यक्ति कोयला-खानों के मजदूरों की तरह काले न हो गए। यही कारण है कि यूरेनियम की प्रणु-भट्टी का नाम पाइल रखा गया। परीक्षण के दिन फर्मी, क्रॉम्पटन और जिन, कोर्ट के फर्श से दस फुट ऊँचे छज्जे पर लगे कण्ट्रोल पैनल के सामने खड़े थे। यहाँ हरबर्ट एल० एण्डरसन भी उपस्थित थे, जिन्होंने कोलम्बिया विश्व-विद्यालय में फर्मी के अधीन पी-एच० डी० की डिग्री के लिए कार्य करते समय उन्हें प्रप्रेजी भी पढ़ाई थी।

जार्ज एल० बीस को अन्तिम नियंत्रण छड़ का संचालन करना था, जो प्रतिक्रिया को नियंत्रण में रखने के लिए लगाई गई थी। एक अन्य छड़ सुरक्षा के लिए लगाई गई थी और यह स्वचालित रूप से नियंत्रित थी। इसे पाइल के मध्य में लगाया गया था और इसे दो विद्युत्-मोटर चलाते थे, जो एक आयनीकरण कक्ष में नियंत्रित होते थे। जब अत्यधिक संख्या में न्यूट्रॉन निकलने लगते, जिससे सतरा उत्पन्न होता, तो आयनीकरण कक्ष की गैस में विद्युत् की मात्रा बहुत बढ़ जाती। इससे एकदम मोटर चालू हो जाती और पाइल में न्यूट्रॉनों को सोखने वाली कैडमियम की पतल-चट्टी इस्पात की छड़ प्रवेश कर जाती।

सुरक्षा की एक और भी कार्रवाई की गई थी। इसके अन्तर्गत आपात-स्थिति में प्रयोग के लिए एक और सुरक्षा छड़, जिन्, पाइल से बाहर निकाल कर डोरी से छज्जे में बांध दी गई थी। यदि स्वचालित छड़ किसी कारण में कार्य न कर सके, तो इस रस्सी को काट देने के लिए नार्मन हिलवेरी को तैनात किया गया था। अन्ततः तीन व्यक्तियों की एक द्रव नियंत्रण टोली को पाइल के ऊपर एक प्लेटफार्म पर नियुक्त किया गया। इन लोगों को इस बात का प्रशिक्षण दिया गया था कि आवश्यकता पड़ते ही वे केडमियम के एक लवण के पानी के घोल को सुरन्त पाइल पर डाल सकें।

फर्मी का कहना था कि "एक क्लम विकिरण की तीव्रता को दर्शाने के लिए रेखा खींचेगी। जब पाइल में शृंखला-प्रतिक्रिया शुरू होगी, तो यह क्लम एक ऐसी रेखा खींचना शुरू करेगी, जो ऊपर ही ऊपर की ओर जाएगी और किसी भी स्थिति में एक स्तर पर आगे नहीं बढ़ेगी। दूसरे शब्दों में यह घातीय रेखा होगी।" फर्मी ने मुबह नौ बजकर पैंतालीस मिनट पर नियंत्रण-छड़ों को बाहर निकालने का आदेश देकर प्रतिक्रिया शुरू की। छ. मिनट बाद जिन् ने, जिप नामक छड़ को हाथ से खींच कर बाहर निकाल लिया और इसे छज्जे की रेलिंग से बांध दिया। दस बजकर सैंतीस मिनट पर फर्मी ने व्हील को आदेश दिया कि वे बर्नियर छड़ को उस समय तक बाहर निकालें जब सिर्फ इसका तेरह फुट भाग पाइल के भीतर रह जाए। इस समय फर्मी की आँखें नियंत्रण-बोर्ड पर गड़ी हुई थीं। आधा घण्टा बीतने पर स्वचालित सुरक्षा-छड़ को बाहर निकाला गया। गीजर काउण्टरों की बिलक की आवाज तेज हो गई। और वातावरण में बहुत तनाव था गया।

फर्मी ने कहा कि "मुझे बहुत भूख लगी है। हमें दोपहर के भोजन के लिए चलना चाहिए।" और उनके सहयोगी दोपहर दो बजे वापस लौटने के लिए थल पडे। इसके बाद काम शुरू होने पर और व्यवस्थाएँ की गयी। आगे आदेश दिए गए तथा इस प्रयोग के लिए उपस्थित लोगों में, केवल एकमात्र सड़की, नियंत्रण मार्शल ने, उपकरणों के और अधिक प्रेक्षण लिये। तीन बज कर इक्कीस मिनट पर फर्मी ने अपने स्लाइड-रूल में न्यूट्रॉनों की संख्या में वृद्धि की गति की गणना की। क्लम उस स्थान पर पहुँच चुकी थी, जिसकी फर्मी ने भविष्यवाणी की थी। और फिर अचानक, शान्ति से तथा स्पष्ट प्रमन्न भाव में फर्मी ने अपने स्लाइड रूल को बन्द करते हुए कहा, "यह प्रतिक्रिया स्वयस्फूर्त है। बल्क रेखा घातीय है।" फिर इसके बाद २८ मिनट तक इस पाइल में प्रतिक्रिया जारी रही गई। वह कार्य जो एक आधुनिक चमत्कार समीप पहुँच गया था, पूरा हुआ। २ दिसम्बर, १९४२ का दिन इतिहास पहाला दिन था, जब मनुष्य ने सफल और स्वयस्फूर्त आणविक शृंखला

प्रतिक्रिया शुरू की थी। इस प्रयोग के समय उपस्थित एनरिको फर्मी और ४१ अन्य व्यक्तियों के अलावा कोई अन्य व्यक्ति यह नहीं जानता था कि बुधवार के उस तीसरे पहर को मानवता के इतिहास में एक महत्त्वपूर्ण मोड़ आ गया था।

आयर एच० कॉम्पटन ने यह प्रयोग देखा था और उन्होंने जेम्स वी० कोनाट को टुकेंकाल से इसकी सूचना दी। कोनाट वैज्ञानिक अनुसंधान और विकास-कार्यालय की ओर से इस पूरी योजना के अध्यक्ष थे। अपनी टेलीफोन वार्ता में कॉम्पटन ने कोनाट से कहा, "इटालियन नौचालक नई दुनिया में पहुँच गया है। यह उससे छोटी दुनिया है, जितनी कि वह समझता था।" कोनाट ने 'उससे छोटी दुनिया' का यह अर्थ लगाया कि परमाणु-पाइल छोटी है और इसकी ऊर्जा उतनी उग्र नहीं है, जितनी कि आशा थी। उन्होंने यह निष्कर्ष स्वयं निकाला, क्योंकि पहले से कोई सकेत निर्धारित नहीं किए गए थे। फिर कोनाट ने पूछा, "क्या वहाँ के आदिवासियों का रक्त मित्रतापूर्ण है?" कॉम्पटन ने इसका मतलब समझा कि वे यह जानना चाहते हैं कि क्या फर्मी इस प्रयोग को आगे तेजी से करना चाहते हैं। उन्होंने इसका उत्तर दिया, "हाँ, उनका रक्त बहुत मित्रतापूर्ण है।" और इसके बाद फर्मी और उनके सहयोगियों ने काम को आगे बढ़ाने में जरा भी विलम्ब नहीं किया।

इस यूरेनियम पाइल में काम करना बहुत खतरनाक था, जिसके कुछ भाग को गुब्बारे के कपड़े से ढका गया था, जिससे न्यूट्रॉन सोखने वाली हवा को बाहर रखा जा सके। यह आशा थी कि अपने आप हुए विखंडन से आणविक प्रतिक्रिया शुरू होगी और यह विखंडन, न्यूट्रॉन या किसी अन्य स्रोत, जैसे ब्रह्माण्ड किरणों के प्रभाव से होगा। जैसे ही पाइल का श्रान्तिक आकार होगा, विखंडन शुरू हो जायगा। श्रान्तिक आकार उस स्थिति को कहते हैं, जब विखंडन से प्राप्त न्यूट्रॉनों की संख्या उन न्यूट्रॉनों की संख्या के बराबर हो जाती है, जो अन्य पदार्थों द्वारा सोख लिये जाते हैं या प्रतिक्रिया के क्षेत्र से बाहर चले जाते हैं। एक अत्यधिक बड़ी पाइल में विखंडन से अत्यधिक न्यूट्रॉन उत्पन्न हो जाने से ऐसी श्रृंखला-प्रतिक्रिया शुरू हो सकती है, जिस पर नियंत्रण न रखा जा सके। अतः उपलब्ध जानकारी के आधार पर इस पाइल के श्रान्तिक आकार की गणना की गई, जिससे पता चला कि यस्तुतः एक गलती हुई है; क्योंकि बाद में पता चला कि पाइल उस समय से पूर्व ही श्रान्तिक आकार प्राप्त कर लेती है, पहले जिसकी कल्पना की गई थी। यद्यपि फर्मी और उनके सहयोगी इस विषय की जटिलताओं से पूर्ण परिचित नहीं थे, पर उन्होंने हर सम्भव सावधानी बरती थी।

यदि इस पाइल पर काम करने वाले व्यक्ति आकस्मिक मृत्यु से बच भी जाएँ, तो शरीर में प्रवेश कर जाने वाली किरणों और जहरीले रेडियो-सक्रिय

कर्णों द्वारा धीरे-धीरे अत्यधिक पीडादायक ढंग से मृत्यु का भय बना हुआ था। प्राणविक विगडन के दौरान ये किरणें और जहरीले रेडियो-सक्रिय कण उत्पन्न होते हैं। इस अतन्त्रनाक विकिरण से अनुसंधानकर्ताओं की रक्षा के लिए इस पाइल के चारों ओर बहुत मावधानी से रेडियोसक्रिय कर्णों और अन्य विकिरण को मोखने वाले पदार्थ की पाँच फुट मोटी दीवार बनाई गई। इस पाइल के संचालन की ऐसी व्यवस्था की गई, जिसके द्वारा दूर बैठे वैज्ञानिक ही यह कार्य कर सकें।

घातुकर्म प्रयोगशाला को शुरू में जो काम सौंपा गया था, वह नियंत्रित श्रृंखला-प्रतिप्रिया के हो जाने से पूरा हो चुका था। पर यह पाइल एक ऐसा यंत्र भी सिद्ध हुई, जो एक नया तत्त्व बड़ी मात्रा में उत्पन्न कर सकती थी। कृत्रिम उपायो से निर्मित इस तत्त्व के जन्म की कहानी मई, १९४० को एक दिन शुरू होती है, जब दो व्यक्तियों ने बर्कले में लारेंस का साइकलोट्रॉन प्रयोग कर यूरेनियम पर न्यूट्रॉनों से प्रहार किया। यह रोम में फर्मी के उम महत्वपूर्ण प्रयोग के छ. वर्ष बाद की बात है। ये दो व्यक्ति एडविन एम० मैकमिलन और क्लिप एच० एयलसन थे।

यूरेनियम पर न्यूट्रॉनों से प्रहार के दौरान एक न्यूट्रॉन यूरेनियम-परमाणु के जटिल नाभिक में प्रवेश कर गया, जिसका आपेक्षिक भार २३८ है। इसके फलस्वरूप २३६ आपेक्षिक भार के एक और भारी यूरेनियम-परमाणु की सृष्टि हुई। यूरेनियम-परमाणु का यह भारी समस्थानिक अत्यधिक अस्थिर सिद्ध हुआ। इसके नाभिक में न्यूट्रॉनों और प्रोटॉनों की जो संख्या रहती है, उससे इसमें निरन्तर तनाव बना रहता है। इस तनाव को कम करने के लिए नाभिक में उपस्थित न्यूट्रॉनों में से एक न्यूट्रॉन विभाजित हो जाता है। आप जानते हैं कि प्रत्येक न्यूट्रॉन में एक इलेक्ट्रॉन और एक प्रोटॉन होता है। उक्त न्यूट्रॉन के विभाजित होने से इलेक्ट्रॉन बाहर निकल जाता है और उसका प्रोटॉन भ्रंश नाभिक में ही बना रहता है। इसके फलस्वरूप नाभिक में ६२ के स्थान पर ६३ प्रोटॉन हो जाते हैं। यह एक विल्कुल नया तत्त्व बन गया, जिसके गुण विल्कुल भिन्न थे। दूसरे शब्दों में, भारी यूरेनियम २३६, रेडियो-सक्रिय है और इसकी अर्ध-आयु २३ मिनट है और यह तुरन्त विखंडित होकर तत्त्व-६३ में परिवर्तित हो जाता है।

मैकमिलन ने इस तत्त्व का नाम नेप्चूनियम रखा और बाद में उन्हें इस अनुसंधान-कार्य के लिए नोबेल पुरस्कार मिला। नेप्चूनियम एक विचित्र तत्त्व है। इसका आधा भाग अपनी स्थिति से असन्तुष्ट-सा रहने के कारण ढाई दिन से कम समय में ही अपने आपको एक अन्य तत्त्व में परिवर्तित कर लेता है। इस नए तत्त्व-६४, का जन्म भी नेप्चूनियम की तरह ही होता है; यानी इसके

नाभिक का एक न्यूट्रॉन दो हिस्सों में विभाजित हो जाता है और इलेक्ट्रॉन भाग बाहर निकल जाता है, जबकि शेष प्रोटॉन भाग नाभिक में ही बना रहता है और नाभिक के भीतर उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या बढ़ाता है, जो अब ६३ के स्थान पर ६४ हो जाती है।

इस तत्त्व-६४ का उत्पादन और अनुसंधान पहली बार १९४० के उत्तरार्ध में ग्लेन टी० सीवोर्ग और उनके सहयोगियों ने किया। सीवोर्ग ने कॅलिफोर्निया विश्वविद्यालय में शिक्षा पाई थी और जब उन्होंने प्लुटोनियम का अनुसंधान किया तो उनकी उम्र केवल २८ वर्ष थी। यह तो शुरूआत भर थी, क्योंकि प्रगले कुछ वर्षों में ही वे उन कई अनुसंधान टोलियों के अध्यक्ष बन गए, जिन्होंने आवश्यकताओं के धरेनियम से आगे के सात और तत्वों की सृष्टि की।

प्लुटोनियम एक बहुत स्थायी तत्व है। इस पर न्यूट्रॉनों के प्रहार का बहुत प्रभाव होता है और इसका विखंडन यूरेनियम-२३५ की तरह ही होता है, जिसमें निकलने वाले न्यूट्रॉन शृंखला-प्रतिक्रिया शुरू कर सकते हैं। यह बहुत महत्वपूर्ण घटना थी, क्योंकि इससे विज्ञान को एक ऐसा नया तत्व मिल गया था, जिसका उपयोग परमाणु बम बनाने में यूरेनियम-२३५ के स्थान पर किया जा सकता है। इसके अलावा इस नए तत्व को यूरेनियम-२३५ की बनिस्वत यूरेनियम से कहीं आसानी से अलग किया जा सकता है।

तोले जाने योग्य प्लुटोनियम की मात्रा तैयार होने से तीन महीने बाद दिसम्बर, १९४२ में पहली नियंत्रित शृंखला-प्रतिक्रिया की गई थी। मैनहटन डिस्ट्रिक्ट के प्रारम्भिक कार्य की तीसरी बड़ी समस्या का भी हल दिखाई पड़ रहा था। अब यूरेनियम-२३५ का उत्पादन होने लगा था। प्राकृतिक यूरेनियम से इसे तेजी से अलग करने के तरीकों की ईजाद हुई थी। सबसे पहले १९१९ में एक अंग्रेज, फ्रांसिस टब्ल्यू० एस्टन ने जो विद्युत् चुम्बकीय तरीका अपनाया था, उसे लारेंस आजमा रहे थे। दूसरा तरीका जिसे रूसीय विसरण का तरीका कहते हैं, ब्रिटेन के परमाणु वैज्ञानिकों ने स्वतन्त्र रूप से निकाला था और हैरोल्ड सी० यूरे तथा जान डॉनिंग कोलम्बिया विश्वविद्यालय में इस तरीके से यूरेनियम-२३५ अलग कर रहे थे। जब दर्जनों प्रयोगशालाओं और उनके मकड़ों वैज्ञानिकों ने इन तरीकों का सफल उपयोग किया तो परमाणु बम बनाने के लिए बड़ी मात्रा में यूरेनियम-२३५ और प्लुटोनियम तैयार करने का निश्चय किया गया। इसके लिए एक माहमपूर्ण कदम की आवश्यकता थी। उत्पादन के तरीकों की आजमाइश के लिए पहले छोटा-सा यंत्र लगाने के स्थान निश्चय किया गया कि बड़े पैमाने पर इनके उत्पादन की सुरन्त जानी चाहिए। दूसरा कोई चारा भी नहीं था। पता चला था माणु बम बनाने में लगे थे।

वस्तुतः जर्मन लोग परमाणु बम पर बहुत बम धन खर्च कर रहे थे। जर्मनों को युद्ध में जल्दी विजय की आशा थी और वे सोचते थे कि परमाणु बम तैयार करने में कम-से-कम बीस वर्ष लगेंगे।

१९४२ के अन्त में बहुत बड़ी मात्रा में प्लुटोनियम और यूरेनियम-२३५ तैयार करने का निश्चय किया गया। आरम्भ में प्लुटोनियम की अल्पधिक सूक्ष्म मात्रा से जो परीक्षण किए गए थे और उनमें जो वैज्ञानिक जानकारों मिली थी, उसने आपार पर कई बड़ी-बड़ी यूरेनियम पाइलें चलाने का निश्चय किया गया। इन पाइलों को घटे कारखानों में लगाया जाना था। इसका अर्थ था कि ककरीट की बड़ी-बड़ी इमारतों के पूरे नगर ही बनाए जाने चाहिए। इनमें में एक नोबगविने के पास ओकरिज, टेनेसी में बनाया गया, जहाँ १९४३ के आरम्भ में दो पोट कम्पनी ने एक संयंत्र चालू किया। हममें हवा से ठंडी की जाने वाली यूरेनियम-ग्रेफाइट पाइल भी लगी थी, जिनमें प्लुटोनियम तैयार किया जाना था।

इसी स्थान पर सार्रेंग के विद्युत् चुम्बकीय तरीके से शुद्ध यूरेनियम-२३५ के उत्पादन के लिए एक और संयंत्र लगाया गया। फ्राइस्टर कारपोरेशन ने जो संयंत्र बनाया, उसमें गैसीय विभरण के तरीके से यह कार्य किया गया।

इस काम के लिए दूसरा स्थान ग्रैंड कोली बांध के पास कोलम्बिया नदी पर चुना गया। इसका नाम हेनफोर्ड इंजीनियर वर्कमें रखा गया और यह संयंत्र पासको, बार्शिंगटन के पास के एक निर्जन स्थान पर लगाया गया। दुपोट कम्पनी द्वारा निर्मित पानी से ठंडा होने वाला प्लुटोनियम-संयंत्र सितम्बर, १९४४ में चालू हुआ।

ओकरिज और हेनफोर्ड के इन विस्तृत संयंत्रों के चालू होने में पहले ही सेटा फी से बीस मील दूर ताँस एलमॉस के पास समुद्र की सतह से सात हजार फुट की ऊँचाई पर एक निर्जन प्रदेश में परमाणु बम प्रयोगशाला बनाई जा रही थी। यहाँ पहला परमाणु बम बनाया जाना था। इस प्रयोगशाला में जो जल्दी ही ससार भर की सर्वोत्तम भौतिकी प्रयोगशाला बन गई, केलिफोर्निया विश्वविद्यालय से एक तीस-वर्षीय युवक को बुलाया गया। यह वैज्ञानिक, कुशाग्र बुद्धि, बहुमुखी प्रतिभासम्पन्न और मेधावी मैदान्तिक भौतिकी-विज्ञानी जे० राबर्ट ओपेनहीमर था। ओपेनहीमर ने ताँस एलमॉस की प्रयोगशाला को जल्दी ही एक अत्यधिक कुशल मस्था में बदल दिया और इसमें आणविक भौतिकी के प्रमुखतम वैज्ञानिकों को नियुक्त किया गया। शिकागो विश्वविद्यालय के एस० के० एलिसन उनके दाहिने हाथ थे।

जिन वैज्ञानिकों ने ताँस एलमॉस की प्रयोगशाला में काम किया या जिनसे परामर्श लिया गया, उनमें एलवर्ट आइस्टीन, अर्नेस्ट ओ० सार्रेंस, राबर्ट ए०



तेज गति से चलाया गया और अन्त में २ अरब डालर की लागत पर यह युग-प्रवर्तक कार्य सम्पन्न हुआ। अणु-शक्ति के अनुसंधान की लम्बी खोज पूरी हो गई थी, पर इस विजय के द्वारा आधुनिक मानव ने अपने लिए नई और अत्यधिक जटिल समस्याएँ पैदा कर ली थीं।

मनुष्य के पास ऐसा कोई भी हथियार नहीं था, जिससे वह परमाणु बम का मुकाबला कर सके। फर्मा इस बात को अस्वीकार न कर सके। अन्य लोग भी इस बात से सहमत थे और हैरोल्ड सी० यूरे ने समस्त लोगों की भावनाओं को अभिव्यक्त करते हुए कहा कि "यदि हम इस सम्बन्ध में तुरत उचित कार्रवाई नहीं करते, तो हम भय खायेंगे, भय में सोयेंगे, भय में ही जियेंगे और भय में ही मरेंगे।" विज्ञान के इतिहास में अन्य अनेकों शानदार और महत्त्वपूर्ण अनुसंधान हुए, लेकिन उनमें से कोई भी इससे अधिक व्यापक, तेज, भयावह और क्रान्तिकारी नहीं था। अतीत के सब वैज्ञानिक अनुसंधानों से भी यह आतंककारी सम्भावना पैदा नहीं हुई थी कि मानवता एक बटन दबाकर सामूहिक आत्महत्या कर सकती है।

एक अन्य दृष्टि से भी आणविक बिल्डन का अनुसंधान पहले की विज्ञान-उपलब्धियों से भिन्न था। मनुष्य के इतिहास में पहली बार हमारे हाथ में ब्रह्माण्ड की बुनियादी शक्ति आ गई थी। एकाएक विज्ञान और टेकनालॉजी एक शताब्दी आगे बढ़ गए थे और मनुष्य के हाथ में इतनी अधिक शक्ति आ गई थी कि जिसके द्वारा वह समस्त ससार के लोगों की गरीबी मिटाकर उन्हें सुख का जीवन बिताने के साधन उपलब्ध करा सकता था।

उस समय केवल संयुक्त राज्य अमरीका के पास ही परमाणु बम होने के कारण उसने संयुक्त राष्ट्र संघ में इसके नियंत्रण का प्रस्ताव पेश करना सर्वथा उचित समझा। १३ जून, १९४६ को संयुक्त राष्ट्र संघ के अणुशक्ति आयोग की पहली बैठक में अमरीकी प्रतिनिधि बर्नार्ड वास्च ने परमाणु बमों के नियंत्रण की योजना पेश की। ६ दिन बाद सोवियत रूस की ओर से आन्ध्रयी ग्रोमिको ने एक अन्य प्रस्ताव पेश किया। अब तक इनमें से कोई भी प्रस्ताव स्वीकार नहीं किया जा सका है और समार इस समय भी अपने अस्तित्व को बनाए रखने का तरीका ढूँढने में लगा है।

इस अन्तर्राष्ट्रीय समस्या का हल मिलने तक मैनहटन डिस्ट्रिक्ट योजना के वैज्ञानिक तथा अन्य संस्थाओं के वैज्ञानिकों ने आणविक अनुसंधान को जारी रखा। बहुत से नए तथ्यों का पता चला, नई विधियाँ विकसित हुईं और अणु-शक्ति के अन्य अनेक उपयोगों का पता चला। मनुष्य ने ऐसे कई नए तत्त्व बनाए, जिनका अब तक पता नहीं था। बीसों उपयोगी रेडियो समस्थानिक तैयार किए गए और पहले जिन चार रासायनिक तत्त्वों के अनुसंधान की:

घोषणा की गई थी, उनकी परिस्थिति को प्रयोगों द्वारा निश्चिन्त किया गया।

१९५४ में संयुक्त राज्य के अणु शक्ति आयोग ने पर्नी को प्राणविक कर्तव्य के नियंत्रित विकास में महत्वपूर्ण योग देने के लिए २१ हजार डॉलर के विशेष पुरस्कार की घोषणा की। यह पुरस्कार पाने वाले के पहले व्यक्ति में। जनसाधारण को यह ज्ञान नहीं था कि इन समय पर्नी बहुत बीमार हैं और उन्हें कैंसर हो गया है तथा जिसका एक महाने पहले आस्परेटन किया गया था। यह पुरस्कार पाने के बारह दिन बाद ५३ वर्ष की उम्र में एनरिको पर्नी की मृत्यु हो गयी। जिस समय संसार भर में उनकी मृत्यु का शोक मनाया जा रहा था, इटली गणराज्य के प्रेसिडेंट सुइगो ईनाउदी ने उनकी विधवा को यह तार भेजा, "इटली इस विशिष्ट व्यक्ति की स्मृति में बहुत शोक और सम्मान से अपना मिर झुकाता है, जिसने अणु-भौतिकी की समस्याओं को मुलान्य कर अपने नाम को सदियों के लिए विज्ञान की उन्नति में जोड़ दिया है।"

प्राणविक विखंडन के सक्रम प्रयोगों से रेडियो-अमन्यानिक् मन्बन्धी अनुसंधान बहुत तेज हुआ। आज अणु-भट्टियों में मनस्थानिक तैयार किए जा रहे हैं। ये अणुभट्टियाँ साइक्लोट्रॉनों से एक स्रव गुना अधिक उत्पादन कर रही हैं। अधिकंग रेडियो समस्थानिक, रसायनों को अणु-भट्टियों में रखकर और उन पर न्यूट्रॉनों से प्रहार कर तैयार किए जाते हैं। कई बार इस तरह वास्तविक तत्कांतरण होता है यानी नए तत्व मिलते हैं। समस्थानिकों की सैकड़ों नई किन्में तैयार हुई हैं और इन्हें संसार भर के अनुसंधानकर्ताओं को दिया गया है।

रेडियो-सक्रिय समस्थानिक एक नया और श्रान्तिकारी माधन हैं, पर इनके प्रति बहुत सावधानियाँ बरतनी पड़ती हैं। दो दिन से कम समय में ही समस्थानिकों को संसार के किसी भी भाग में भेजा जा सकता है। इन्हें विभिन्न मोटाई की दीवारों के सीसे के डिब्बों में बन्द किया जाता है। डिब्बे की मोटाई विकिरण की वेधन-शक्ति को ध्यान में रखकर निर्धारित की जाती है। सर्वाधिक प्रचलित रेडियो समस्थानिकों में आयोडीन-१३१, फास्फोरस-३२, कोबाल्ट-६० और कारबन-१४ हैं। आयोडीन-१३१ का उपयोग केवल गलप्रथि के कैंसर के अध्ययन में ही नहीं हो रहा है, बल्कि गलप्रथि के रोगों की चिकित्सा में भी यह उपयोगी है। रेडियो-सक्रिय कोबाल्ट-६० को रेडियम के स्थान पर ऐक्स किरणों से कैंसर के इलाज में इस्तेमाल किया जा रहा है। १९४८ में इस समस्थानिक की ईजाद हुई। हाल के अनुसंधानों में यह सिद्ध कर दिया है कि फास्फोरस-३२, कृपि-अनुसंधानों के लिए अत्यधिक उपयोगी है। इसके उपयोग से हमें पता चला है कि फास्फेट उबरकों को जमीन में किस प्रकार मिलाया जाना चाहिए, जिससे बहुत अधिक और बढ़िया फसल हो

वर्कले की लारेस प्रयोगशाला के मेल्विन कात्विन के कुशल हाथों में कार्बन-१४ फोटो-सश्लेषण सम्बन्धी अनेको रहस्यों को उद्घाटित कर रहा है। फोटो-सश्लेषण वनस्पतियों के क्षेत्र में सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण रासायनिक प्रतिक्रिया है।

अनेको समस्यानिकों ने उद्योगों की भी बहुत-सी समस्याओं को मुलभाने में सहायता दी है। उदाहरण के लिए कृत्रिम रेडियो-सक्रिय लोहा और गंधक की सहायता से इस्पात के निर्माता यह अनुसंधान कर रहे हैं कि लोहे और धमन-भट्टियों से मिलने वाले धातुमिश्र के बीच गंधक का विनिमय कैसे हो सकता है। इजनों के पुर्जों, रबर के टायरों और भारी मशीनों के गतिशील हिस्सों में घर्षण और ताप का क्या प्रभाव होता है, इसका अध्ययन भी समस्यानिकों की सहायता से किया जा रहा है। अनुमान है कि १९५७ में रेडियो-समस्यानिकों के उपयोग से अमरीकी उद्योगों को पचास करोड़ डालर की बचत हुई।

वैज्ञानिक अनुसंधानों के बाद अक्सर विचित्र मोड़ आते हैं। कार्बन-१४ को ही लीजिए। १९४६ में विलाड एफ० लिबी ने, जो उस समय शिकागो विश्व-विद्यालय में थे, देखा कि रेडियो-सक्रिय समस्यानिकों से ३० हजार वर्ष ईसा-पूर्व की वस्तुओं की भी उम्र निर्धारित की जा सकती है। अत्यधिक प्राचीन काल की ममियों के लकड़ी के तावूतों और कपड़ों, प्राचीन निवासों की जली हुई लकड़ी के टुकड़ों, अवशेषों, शिल्प तथ्यों, पूर्व-ऐतिहासिक गुफाओं में मिली हड्डियों और कोयलों के टुकड़ों तथा हाल में मृतसागर में मिले वर्तिलेख, जो सम्भवतः एक हजार नौ सौ वर्ष पुराने हैं, की निर्दिष्ट आयु का पता उनमें मौजूद कार्बन-१४ द्वारा विकसित इलेक्ट्रॉनों की संख्या से लगाया जा सकता है। पुरातत्त्व-विज्ञानी और पूर्व-ऐतिहासिक युग के विद्यार्थी इसे अपने अनुसंधान कार्यों का सबसे अच्छा और विश्वसनीय साधन मानते हैं।

पह तो केवल शुरुआत भर है। भविष्य में इन रासायनिक कणों से मनुष्य की चिकित्सा, फसलों को नुकसान पहुँचाने वाले कीड़ों के नियंत्रण, पौधों और कीटों के शरीर-क्रिया विज्ञान के अध्ययन, क्रोमोसोमों के परिवर्तनों के कारण और क्रिया, खाद्य पदार्थों को सुरक्षित रखने तथा औद्योगिक अनुसंधान के विविध क्षेत्रों में इनके उपयोग की सम्भावनाएँ अभीमित हैं। अमरीकी वैज्ञानिकों के इस सृजनात्मक कार्य से अनुसंधान के एक नए सप्तर के द्वार खुल गए हैं।

इन नए और आश्चर्य में डाल देने वाले उपयोगों के अलावा हमें इस अनुसंधान से ऊर्जा का एक अभीमित स्रोत मिल गया है। अणु-शक्ति मनुष्य के अनेकों कार्यों में सहायक हो सकती है। उसे कारखानों, खानों, खेतों और फ़ैक्टरियों के कमरतोड़ काम से मुक्ति दिला, संसार भर के करोड़ों अभावग्रस्त लोगों का जीवन सुखमय बना सकती है। प्रत्येक आणविक पाइल एक ज्वरदस्त

बिजलीघर भी है। इसे चलाने समय यूरेनियम का विखंडन होता है और बहुत बड़ी मात्रा में ताप उत्पन्न होता है। यह ताप पानी को भाप में परिवर्तित करता है, जो बिजलीघर की टर्बाइन को चलाती है। इस प्रकार अणुशक्ति उत्पन्न करने वाले इन संयंत्रों से बिजली उत्पन्न करके किसी भी काम में लाई जा सकती है।

१९५५ में कम-से-कम आठ अणु-भट्टियाँ चालू थी या बनाई जा रही थीं, या कोई देश इन्हें अन्य देशों के लिए बना रहे थे। जिन देशों में ये अणु-भट्टियाँ हैं, या बनाई जा रही हैं, उनमें आस्ट्रेलिया, बेल्जियम, कनाडा, ईंग्लैंड, फ्रांस, भारत, नावो, स्पेन, स्वीडन, स्विट्जरलैंड, सोवियत संघ और संयुक्त राज्य अमरीका हैं। इनमें से कुछ में अणु-शक्ति से बिजली बनाई जा रही है। अणु-शक्ति के शान्तिपूर्ण उपयोग के बारे में संयुक्त राष्ट्र संघ ने जो अन्तर्राष्ट्रीय सम्मेलन बुलाया था, उसमें इन तथा अन्य तथ्यों की जानकारी दी गई। अणु-शक्ति के शान्तिपूर्ण उपयोग के कार्यक्रम को प्रेसीडेंट आइज़नहावर ने शुरू किया था। उक्त सम्मेलन उस वर्ष के अगस्त के महीने में जिनेवा, स्विट्जरलैंड में हुआ था।

अणु-शक्ति संसार के कम विकसित देशों के लिए कौन सहायक बन सकती है? ये सब देश सस्ती और बहुत बड़ी मात्रा में बिजली चाहते हैं, उनमें से कुछ के वैज्ञानिकों ने इस दिशा में प्रयास भी किया है। पाकिस्तान और ईराक ने कहा है कि वे अपने यहाँ छोटी अणु-भट्टियाँ बनाना चाहते हैं। आर्जेंटीना और अजेंटाइना ने कहा है कि ईंधन की कमी के कारण उनका औद्योगिक विकास रका हुआ है। अणुशक्ति का यह शान्तिपूर्ण उपयोग कर हम इन अशुभ विकसित देशों के करोड़ों लोगों की समस्याएँ सुलझा सकते हैं। तीन महादीप बहुत उत्सुकता से इस सहायता की प्रतीक्षा कर रहे हैं।

प्रेसीडेंट आइज़नहावर ने संयुक्त राष्ट्र संघ की महामन्त्री के समक्ष परमाणु के शान्तिपूर्ण उपयोगों के सम्बन्ध में भाषण करते हुए कहा कि हमें ऐसा रास्ता निकालना चाहिए, जिसके द्वारा मनुष्य की अनुसंधान प्रतिभा को उसके जीवन को सुखी और सफल बनाने में लगाया जा सके। उन्होंने कहा कि वे अन्य देशों को आरम्भ में प्रयोगों के लिए और आगे चलकर औद्योगिक उपयोग के लिए अणु-भट्टियाँ बनाने के वास्ते उधार पट्टे पर मुक्त से आर्थिक ईंधन देने को तैयार हैं। १८ महीने बाद उन्होंने अपने इस उद्देश्य को स्पष्ट कर दिया और फिर १९५६ में उन्होंने इस योजना से सम्बन्धित हनपत भचा दी कि अमरीका और अन्य देशों में परमाणु के शान्तिपूर्ण उपयोग के लिए ८८ हजार पौंड यूरेनियम-२३५ दिया जाएगा। कई बरतों के लिए ८८ हजार पौंड यूरेनियम-२३५ का साथ साथ उच्च गुणवत्ता के

अमरीकी विज्ञान के विकास की कहानी

जाएगा, जो यूरेनियम-२३५ तैयार नहीं करते। प्रेसीडेण्ट ग्राइजनहावर ने इस सम्बन्ध में कहा कि यह इस विश्वाम पर अप्रारित कार्य है कि विश्व शान्ति को दृढ़ करने में परमाणु का उपयोग हो सकता है।

अनेक वर्ष पहले एल्फ्रेड नोबेल ने कहा था कि "मेरी इच्छा है कि मैं एक ऐसा भयावह पदार्थ बना सकूँ, जिसकी विनाश की शक्ति इतनी अधिक हो कि युद्ध असम्भव हो जाए।" अणु के विलडन और सगलन ने उनकी यह इच्छा पूरी होने का वातावरण तैयार किया है। ओपेनहीमर ने इस सम्बन्ध में कहा, "अणु युग की एक नवीनता यह है कि सत्ता को एक कानून के अन्तर्गत पारस्परिक दृष्टिकोण को समझ कर मानवता की भलाई के लिए समान खतरे के मुकाबले के लिए एक होना होगा।"

२ दिसम्बर, १९४२ को परमाणु युग का जन्म हुआ, जब पहली शृंखला-प्रतिक्रिया पाइल का पहला सफल प्रयोग हुआ। पाँच वर्ष बाद इसकी स्मृति में शिकागो विश्वविद्यालय में एक पिट्ट की स्थापना हुई। इस दिन हिरोशिमा में, उस पर परमाणु बम गिराए जाने की दूसरी वर्षगांठ पर हडताल की गई, न्यू मैक्सिको के एलमोगोडो रेगिस्तान के उस स्थान पर एक बड़ा सफेद लकड़ी का फ्रास लगाया गया, जहाँ पहले परमाणु बम का विस्फोट किया गया था। विभिन्न वर्गों के लोगों का एक छोटा सा दल उस स्थान पर पहुँचा और उन्होंने वहाँ सब देशों का झण्डा फहराया तथा संसार के लोगों से अपील की कि वे युद्ध-समाप्ति का सकल्प करें। उसी समय हिरोशिमा पर गिराए गए परमाणु बम के विनाश से बचे लोग भी यह प्रार्थना कर रहे थे कि मानवता युद्ध से मुक्त हो जाए।

प्राचीन कीमियागर मनुष्य को बृद्धावस्था से मुक्त रखने और उसकी आयु को बढ़ाने का अमर पेय तैयार करने में असफल रहे। आधुनिक विज्ञान ने, आणविक विलडन और सगलन के द्वारा इस सपने को साकार करने के साधन हमारे हाथों में दे दिए हैं। पर यह तभी सम्भव हो सकता है, जब हम इस अणु-युग में मानवता को युद्ध में फँसने से बचाने की तुरंत व्यवस्था करें, जिसका अर्थ इस अणु-युग में मानवता का सम्पूर्ण विनाश है।

