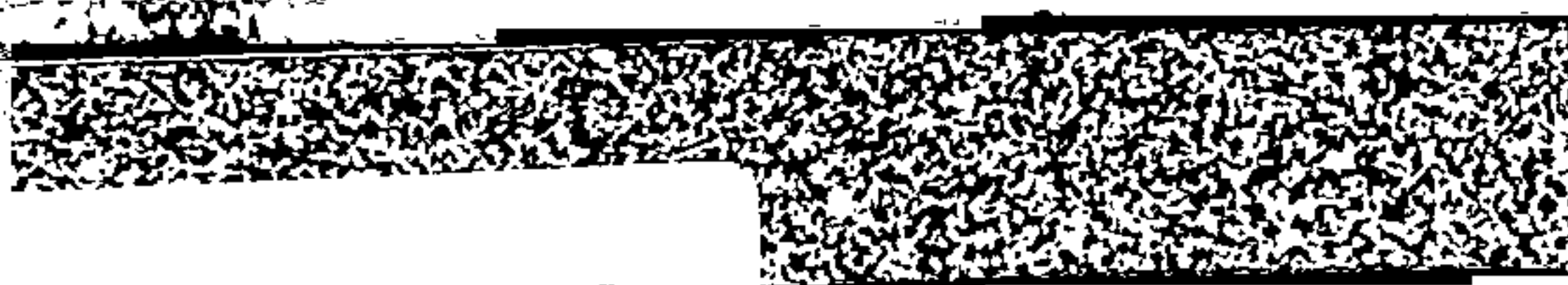
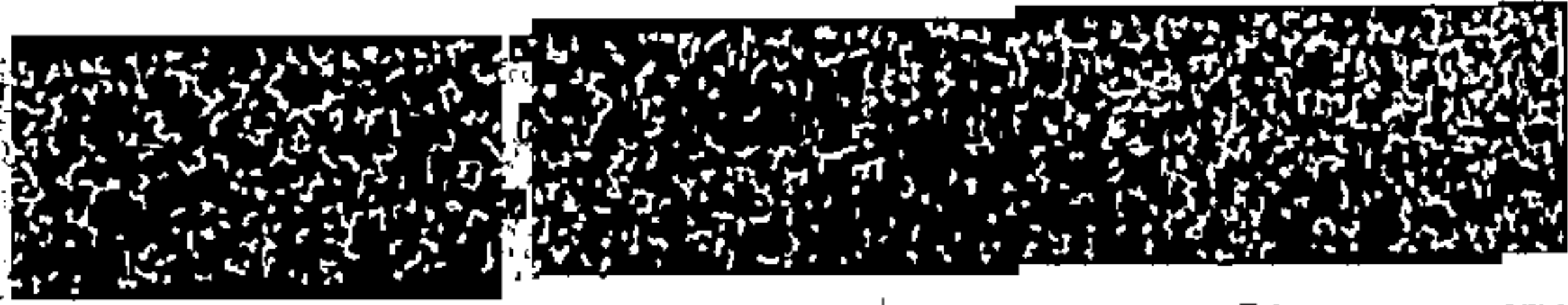
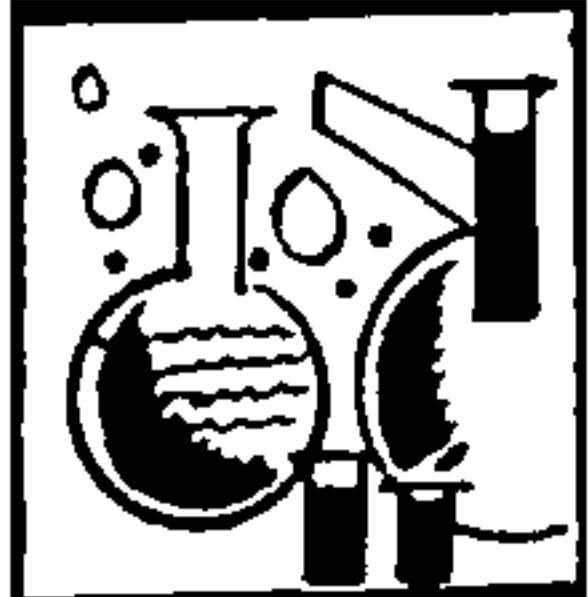
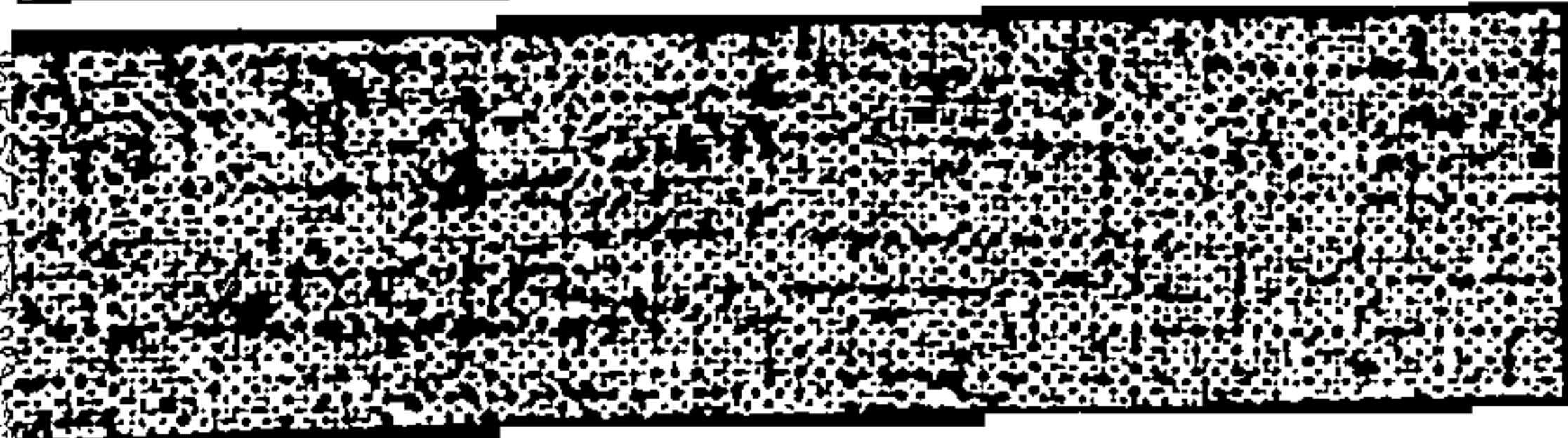


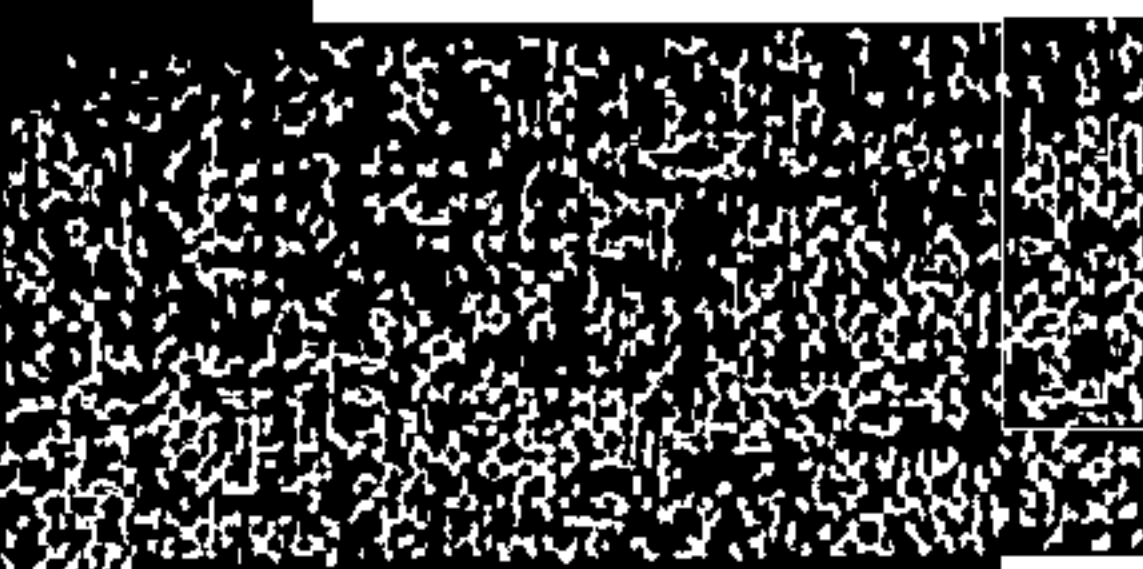
म, ग्रं. सं. ठाणे ६३
परिम.
१९९०



बीबीक पारिवर्षिक मासिक



REFBK-0013197



चं. रा. तळ प्र

पराठी ग्रंथ संस्थान, ठाणे. स्थळपत्र.

— ३४८१ — वि: १९९०
१९९०

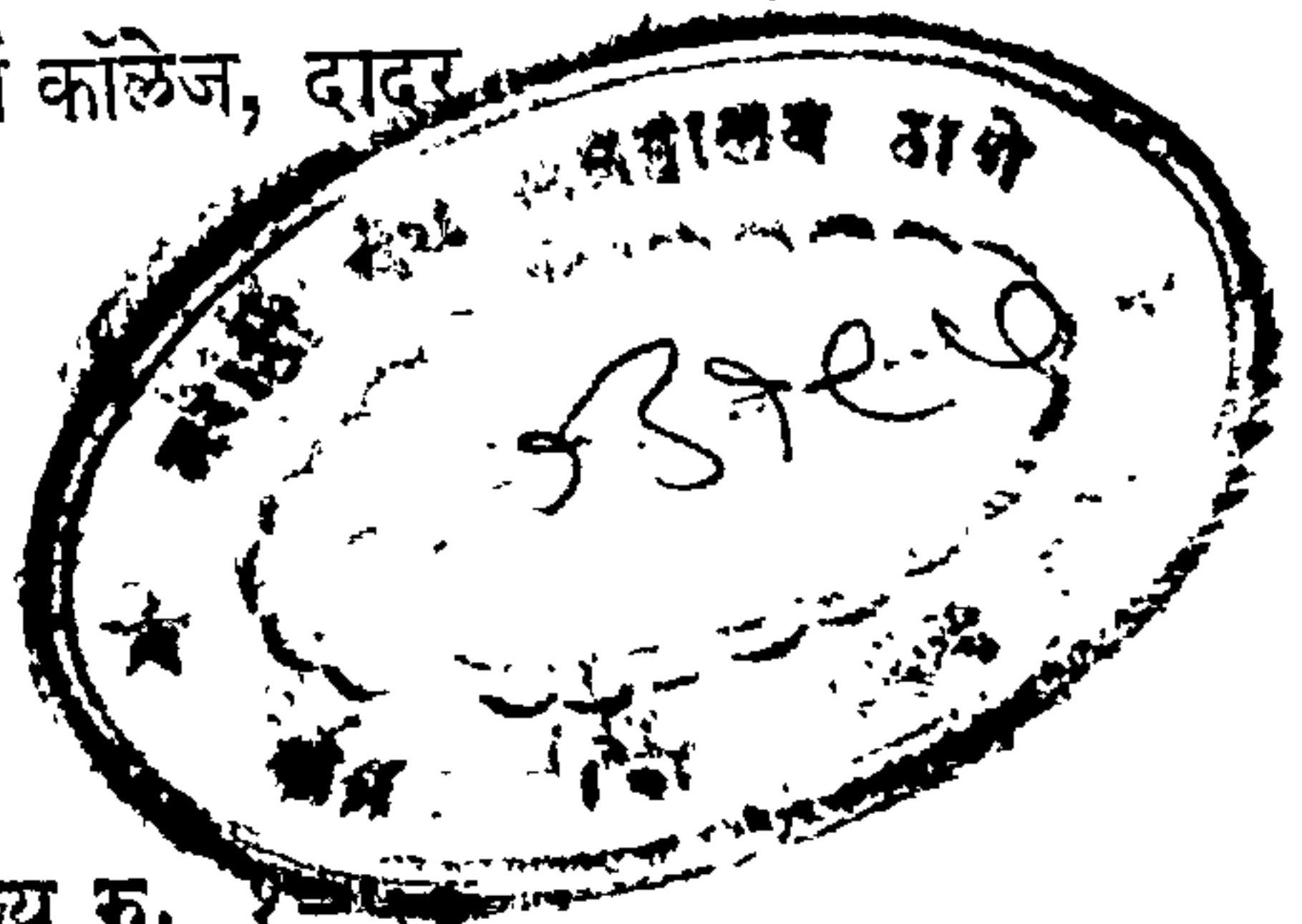
नोबेल पारितोषिकाचे मानकरी

भाग दुसरा

प्रा. चं. रा. तळपदे

एम. एससी.

कीर्ति कॉलेज, दादर



मूल्य रु. १०००



REFBK 0013197

REFBK-0013197

व्ही न स प्र का श न : पु णे

आवृत्ति पहिली

मार्च १९६३

© च. रा. तळपदे

☆

प्रकाशक :

स. कृ. पाध्ये

व्हीनस प्रकाशन

‘ त प श्व र्या ’

३८१ क, शनिवार पेठ : पुणे २

☆

मुद्रक :

य. गो. जोशी,

आनंद मुद्रणालय

१५२३ सदाशिव पेठ : पुणे २

प्रास्ताविक

नोबेल पारितोषिकें देण्यास सुरुवात झाली, त्या वेळेपासून म्हणजे १९०१ सालापासून रसायनशास्त्रांत उत्कृष्ट संशोधन केल्याबद्दल ज्यांना पारितोषिकें देण्यांत आलीं त्या थोर शास्त्रज्ञांच्या कार्याची ओळख व्हावी या हेतूने हें पुस्तक लिहिण्यांत आलें आहे. ज्याने मागे ठेवलेल्या अफाट निधीच्या व्याजामधून हीं पारितोषिकें देण्यांत येतात, त्या आल्फ्रेड नोबेलबद्दल चार शब्द लिहिल्याखेरीज पुस्तकास सुरुवात करणें योग्य होणार नाही.

आल्फ्रेड नोबेल

स्फोटक पदार्थाविषयी संशोधन करून, स्फोटक पदार्थाची प्रचंड प्रमाणांत निर्मिती करून व त्यांचा त्याच प्रमाणांत देशोदेशीं व्यापार करून आल्फ्रेड नोबेलने गडगंज संपत्ति जमविली. स्फोटक द्रव्यांचा मानवाच्या संहारासाठी होत असलेला उपयोग पाहून, आपण जन्मभर केलेल्या संशोधनकार्यास हें फल प्राप्त झालेलें दिसून आल्यावर त्यास आपल्या कार्याबद्दल एक तऱ्हेचा पश्चात्ताप वाटला, उपरति झाली व त्याने आपली सर्व संपत्ति शांततामय कार्यासाठी योजण्याचें ठरविलें. वाल्या कोळ्याला उपरति फार लवकर झाली त्यामुळे आपला दरोडेखोरीचा धंदा सोडून, तपःसाधना करून तो वाल्मीकि ऋषि झाला. आल्फ्रेड नोबेलला स्फोटक पदार्थांचें संहारक स्वरूप कळून येईपर्यंत, तो वृद्धावस्थेस पोचला होता व आयुष्यहि जवळ जवळ संपत आलें होतें. त्यामुळे जन्मभर अवलंबलेला मार्ग सोडून, नवीन मार्गाचें अवलंबन करणें त्याला शक्य नव्हतें. तरीसुद्धा त्यास झालेल्या पश्चात्तापाची तीव्रता इतकी होती की आपली सर्व संपत्ति शांततामय कार्यासाठी वापरण्याचें त्याने ठरविलें व तशा अर्थाचें मृत्युपत्र करून ठेवलें. तो १० डिसेंबर १८९६ रोजीं मृत्यु पावला, त्या वेळीं ३३७।। लाख क्रोनॉर (स्वीडिश नाणें) म्हणजे जवळ जवळ चार कोटी रुपये इतकी संपत्ति त्याने आपल्या मागे ठेवली होती.

आल्फ्रेड नोबेलने आपलें जें मृत्युपत्र तयार केलें होतें त्याला अनुसरून ह्या रकमेवरील व्याजाचा विज्ञान, रसायन, शरीरशास्त्र, औषधीशास्त्र व शांतताप्रवर्तक कार्य ह्या पांच क्षेत्रांत विशेषत्वाने चमकणाऱ्या व्यक्तींना बक्षिसें देण्याकरिता विनियोग करावयाचा होता, व हीं बक्षिसें देतांना जातपात, धर्म किंवा राष्ट्र ह्यांचा विचार न करतां, त्या त्या क्षेत्रांत प्रवीण असणाऱ्या व्यक्तींस हीं बक्षिसें मिळावयाचीं होतीं. बक्षिसें देतांना, मागील वर्षाचें त्या त्या क्षेत्रांतील कार्य लक्षांत घ्यावयाचें होतें.

वकिलाची कायदेविषयक सल्लामसलत न घेतां, नोबेलने आपलें मृत्युपत्र तयार केले होतें. त्यामुळे तें अंमलांत आणण्याच्या मार्गांत कायद्याच्या कित्येक अडचणी होत्या. त्या अडचणींचें निवारण करण्यांत जवळ जवळ तीन वर्षे गेलीं. सरतेशेवटीं १८९९ सालीं नोबेल पारितोषिकें देण्यास लागणाऱ्या व्यवस्थेची सिद्धता झाली. १८९९ मध्ये नोबेलने मृत्युपत्रांत आखलेलें कार्य कसें पार पाडावयाचें याचा खल होऊन त्यासाठी एका समितीची योजना झाली. नोबेलने मागे ठेवलेली सर्व रक्कम त्या समितीच्या हवालीं करण्यांत आली. अध्यक्ष, उपाध्यक्ष, चार सभासद आणि बक्षिसांची शिफारस करणाऱ्या संस्थांचे दोन प्रतिनिधि अशा एकंदर आठ सभासदांच्या समितीची नेमणूक झाली.

‘स्वीडिश अॅकॅडमी ऑफ सायन्सेस’ ही संस्था विज्ञान आणि रसायन ह्या शास्त्रांतील बक्षिसास पात्र शास्त्रज्ञ निवडण्याचें कार्य करते; तर शरीरशास्त्र व औषधिशास्त्र ह्यांतील उमेदवार निवडण्याचें काम ‘कॅरोलिन मेडिको सर्जिकल इन्स्टिट्यूट’ करते. वाङ्मयासंबंधीच्या पारितोषिकाची शिफारस स्वीडिश अॅकॅडेमी करते, व नॉर्वेजियन स्टॉटिंगने खास ह्या कार्यासाठी नेमलेली समिति शांतताप्रवर्तक कार्यासाठी उमेदवार निवडण्याचें कार्य करते. हीं बक्षिसें देण्याचा समारंभ १० डिसेंबर रोजीं आल्फ्रेड नोबेलच्या श्राद्धदिनीं असतो. शास्त्र व वाङ्मय ह्या विभागांतील बक्षिसें देण्याचा समारंभ स्टॉकहोम येथे असतो तर शांतिपारितोषिक देण्याचा समारंभ ऑस्लो शहरीं असतो. नोबेल पारितोषिकाकरिता उमेदवार कसे निवडावे ह्याविषयी नोबेलच्या मृत्युपत्रांत कांहीहि सूचना नाही. त्यामुळे विविध क्षेत्रांतील उमेदवार निवडण्याचें कार्य सूत्रबद्ध नसलें तरी त्यांत एक तऱ्हेची स्वतंत्रता आहे. पारितोषिकें संशोधना-

करिताच द्यावयाची असल्याने कधी कधी संशोधन व त्यावर आधारलेले शोध ह्यामध्ये फरक करणे जरूर पडले तरी ते कार्य अत्यंत कठीण होऊन बसते. कारण संशोधन कुठे संपले व त्याच्यावर आधारलेला शोध कुठे सुरू झाला ते नक्की सांगणे कठीण असते, त्याचप्रमाणे एखादा शोध पुरा लागला की नाही किंवा शोध लागून त्याची शहानिशा पुरी झाली नाही तर अशा संशोधकास वक्षिस द्यावे की नाही असा प्रश्न पडतो. नोबेल पारितोषिके देण्या-मध्ये संशोधकांना आपले संशोधनकार्य अविरतपणे पार पाडण्यास लागणारे आर्थिक साहाय्य मिळावे अशी नोबेलची इच्छा होती. रसायनशास्त्रातील विविध संशोधनाचा नोबेलने पैसा मिळविण्याच्या कामी उपयोग करून घेतला होता, व आपण मिळविलेला अमाप पैसा शास्त्रातील संशोधनाचे फळ आहे अशी त्याची प्रामाणिक समजूत होती. त्यामुळे वैयक्तिक फायद्याकडे लक्ष न देता, संशोधनास वाहून घेणाऱ्या संशोधकास मदत मिळून त्याच्या संशोधनास प्रोत्साहन मिळावे हा एक उच्च हेतु त्याच्या मृत्युपत्रांत दिसून आला.

त्याच्या मृत्युपूर्वी कांही महिने अगोदर, त्याने एका प्रसंगी काढलेले उद्गार लक्षांत घेतल्यास त्याच्या मनोभूमिकेवर विशेष प्रकाश पडतो. त्या प्रसंगी आल्फ्रेड नोबेल म्हणाला होता, “ इतरांकडून काम करवून घेण्यांत पटाईत अशा माणसास मी कांहीहि पैसा देणार नाही; कारण अशा माणसाच्या हाती पैसा मिळाल्यास तो हाती असलेले काम सोडून घरी स्वस्थ बसेल. त्या उलट स्वप्नरंजनांत गुंग असणाऱ्या कवीला किंवा शास्त्रज्ञाला पैसा देणे मला बरे वाटेल. हे स्वप्नाळु लोक आपल्याच स्वप्नरंजनांत गुंग असतात, त्यांना जगाचा विसर पडलेला असतो, व जगातील व्यवहाराशी जमवून घेणे त्यांना अत्यंत जड पडत असते. एखादा तरुण शास्त्रज्ञ विज्ञान-रसायन किंवा औषधिशास्त्र ह्यामध्ये कांही तरी उच्च ध्येयाने प्रेरित होऊन अहोरात्र मेहनत करीत असेल पण कित्येक वेळी पैशाचे पाठबळ नसल्याने त्याची मेहनत फुकट जात असेल अशा शास्त्रज्ञाला पैशाचे पाठबळ देऊन आपले ध्येय गाठू देण्यांत मला अत्यंत आनंद होईल.”

नोबेल पारितोषिके देण्याकरिता जी समिति वेळोवेळी नेमण्यांत आली त्या समितीने व तींतील सदस्यांनी आल्फ्रेड नोबेलच्या इच्छा-आकांक्षांना मूर्त स्वरूप देण्याचा अत्यंत प्रामाणिक प्रयत्न आतापर्यंत केला आहे असे

म्हणण्यास मुळीच हरकत नाही. त्यामुळे शास्त्र किंवा वाङ्मय ह्या विभागांतील नोबेल पारितोषिक मिळालें तर तो संशोधक किंवा लेखक या त्या विभागांतील एक अधिकारी पुरुष आहे असें मानण्यांत येतें. त्यामुळे नोबेल पारितोषिकाच्या मानक्याचें चरित्र व कार्य ह्यांचा आढावा घेतल्यास शास्त्र, वाङ्मय व शांतताप्रवर्तक कार्य इत्यादि विविध क्षेत्रांमध्ये जी प्रगति झाली व अजूनहि होत आहे तिचा परिचय आपल्याला सहज रीत्या घडून येईल. सर्वच विभागांतील नोबेल पारितोषिकाच्या मानक्यांची माहिती देण्याचें कार्य अत्यंत कठिण आहे. त्याकरिता पदार्थविज्ञान, रसायन, औषधशास्त्र, शरीरशास्त्र व वाङ्मय व शिवाय जागतिक राजकारणाचा अभ्यास ह्या विभागांत पारंगता असणें जरूर आहे. लेखकास ह्यांपैकी फक्त रसायनशास्त्राची थोडी बहुत ओळख आहे म्हणून ह्या पुस्तकांत फक्त रसायनशास्त्रांतीलच मानकरी निवडले आहेत.

ज्या मृत्युपत्राच्या द्वारे आल्फ्रेड नोबेलने आपली गडगंज संपत्ति एका महान कार्यासाठी राखून ठेवली व आपलें नांव अजरामर केलें त्या मृत्युपत्रांतील कांही भाग खाली दिला आहे. त्यावरून त्याच्या इच्छा-आकांक्षा कोणत्या स्वरूपाच्या असाव्यात ह्याची कल्पना येते :

“ खालील सही करणार मी आल्फ्रेड बर्नार्ड नोबेल पूर्ण विचारांतीं व राजीखुषीने, माझ्या मालमत्तेची माझ्या मृत्यूनंतर कशी विल्हेवाट लावावी ह्यासंबंधीचें माझें मृत्युपत्र लिहून ठेवीत आहे. माझ्या मालमत्तेचा खाली दिल्याप्रमाणे विनियोग करण्यांत यावा. माझी मालमत्ता विकून जो पैसा येईल त्याचे सरकारी कर्जरोखे घ्यावे. ह्या कर्जरोख्यांचें जें व्याज येईल त्यामधून ज्या कोणा व्यक्तीने आधीच्या वर्षामध्ये मानवाच्या कल्याणासाठी व प्रगतीसाठी जास्तीत जास्त यशस्वी प्रयत्न केले आहेत, त्यांना पारितोषिकें देण्यासाठी खर्च करावेत. कर्जरोख्यांचें जें व्याज येईल त्याचे पांच सारखे हिस्से करून ते पुढे दिल्याप्रमाणे वापरण्यांत यावे.

विज्ञानशास्त्रामध्ये जो कोणी अत्यंत महत्त्वाचा शोध लाविल किंवा एखादी नवीन कृति शोधून काढील त्यास व्याजाचा एक हिस्सा देण्यांत यावा.

रसायनशास्त्रामध्ये महत्त्वाचा शोध किंवा एखादी महत्त्वाची सुधारणा करणाऱ्या व्यक्तीला दुसरा हिस्सा देण्यांत यावा.

शरीरशास्त्र किंवा औषधशास्त्र यामध्ये महत्त्वाचा शोध लावणाऱ्या व्यक्तीला तिसरा हिस्सा देण्यात यावा.

चौथा हिस्सा वाङ्मयामध्ये ध्येयवादाने युक्त अशी सर्वोत्कृष्ट कलाकृति निर्माण करणाऱ्या व्यक्तीस पारितोषिक देण्यासाठी वापरला जावा.

राष्ट्रांतील बंधुभाव वाढविण्यासाठी किंवा राष्ट्रांची लढाऊ सैन्ये कमी करण्यासाठी वा अजिबात काढून टाकण्यासाठी किंवा शांतता-परिषदेची स्थापना करण्यासाठी व तिचे कार्यक्षेत्र वाढविण्यासाठी झटणाऱ्या व्यक्तीस पांचवा हिस्सा देण्यात यावा.

विज्ञानशास्त्र व रसायनशास्त्र ह्या विषयांतील पारितोषिके कोणास द्यावयाचीं हे ठरविण्याचे कार्य स्टॉकहोममधील 'स्वीडिश अॅकॅडमी ऑफ सायन्सेस' या संस्थेने करावे.

औषधशास्त्र व शरीरविज्ञान ह्या विषयांतील बक्षिसास पात्र व्यक्ति कोण हे ठरविण्याचे कार्य स्टॉकहोममधील 'कॅरोलिन मेडिको-सर्जिकल इन्स्टिट्यूट' ह्या संस्थेने करावे.

वाङ्मयाच्या क्षेत्रांत पारितोषिक कोणास द्यावे हे ठरविण्याचे कार्य स्टॉकहोममधील अॅकॅडमीने करावे. जागतिक शांततेकरिता प्रयत्न केल्याबद्दल पारितोषिकास पात्र व्यक्ति ठरविण्याचे कार्य नॉर्वेजियन लोकसभेने निवडून दिलेल्या पांच सभासदांच्या समितीने करावे.

हीं सर्व बक्षिसे देत असतां, त्या त्या क्षेत्रांतील सर्वांत श्रेष्ठ अधिकारी व्यक्ति पाहून, ती स्कॅन्डीनेव्हियांतील आहे की नाही हे न पहातां किंबहुना ती व्यक्ति कोणत्या राष्ट्राची आहे ह्या गोष्टीचा विचार न करतां, फक्त त्या व्यक्तीची पात्रता ओळखून बक्षिसे वांटण्यात यावीं.

ह्या माझ्या मृत्युपत्राअगोदर जीं कांही मृत्युपत्रे मी तयार केलीं असतील व नष्ट करायचीं राहून गेलीं असतील तीं सर्व नष्ट झालीं आहेत असें समजून माझ्या मालमत्तेची विल्हेवाट लावावी. माझा मृत्यु झाल्याची खात्री झाल्यानंतर व तशा अर्थाचे डॉक्टरकडून सर्टिफिकेट मिळाल्यानंतर माझ्या देहास अग्नि देण्यात यावा.”

नोबेल पारितोषिक वितरण—समारंभ नोबेलच्या श्राद्धदिनीं म्हणजे प्रत्येक वर्षी १० डिसेंबरला होत असल्याने साधारणतः नो-हेंबर महिन्यामध्ये त्या वर्षीच्या मानकन्यांचीं नांवे प्रसिद्ध करण्यांत येतात. वर्तमानपत्रांतून त्या मानकन्यांबद्दल थोडीबहुत माहिती व त्यांचीं छायाचित्रें प्रसिद्ध होतात. त्यांच्याबद्दल व त्यांच्या संशोधन-कार्याबद्दल कुतूहल जागृत होतें. पण इतर गोष्टींच्या गडबडींत आपल्याला त्यांचा विसर पडतो.

या मानकन्यांचें चरित्र व कार्य यांची माहिती गोळा केल्यास, त्यांतून गेल्या साठ वर्षांतील प्रगतीचा इतिहास उभा राहिल, या हेतूने या पुस्तकाची रचना केली आहे. या पुस्तकांत फक्त रसायनशास्त्रांतील मानकन्यांची माहिती असल्याने वरील विधान फक्त रसायनशास्त्रांतील प्रगतीबद्दल आहे. गेल्या साठ वर्षांतील या श्रेष्ठ रसायनशास्त्रज्ञांची माहिती देतांना, त्यांचें संशोधन-कार्य या गोष्टीला प्राधान्य दिलें आहे, व त्या मानाने त्यांचें चरित्र व त्या संबंधीची इतर मनोरंजक माहिती ह्या गोष्टींना गौण स्थान दिलें आहे.

आता या प्रस्तावनेच्या निमित्ताने शास्त्रीय परिभाषा व शिक्षणाचें माध्यम याविषयी दोन शब्द लिहायला हरकत नसावी. शिक्षणाचें माध्यम मातृभाषा असावें याबद्दल शिक्षणतज्ज्ञांत दुमत असण्याचें कारण नाही. ज्यांना इंग्रजींत Humanities किंवा वाङ्मयीन विषय म्हणतात ते सर्व विषय मराठी माध्यमांतून शिकवितां येतील असा भरवसा आता महाराष्ट्रांतील शिक्षक-वर्गाला वाटू लागला आहे. शास्त्रीय विषय मराठींतून शिकवण्यामध्ये परिभाषेची अडचण मुख्यतः भासते, व त्यामुळे ही परिभाषा तयार होईपर्यंत इंग्रजी हें माध्यम शास्त्रीय विषयासाठी राहावें हा विचार विद्वानांनी मान्य केल्यासारखा दिसतो. परिभाषेची अडचण राहूं नये म्हणून ती तयार करण्याचे प्रयत्नहि सरकारी प्रोत्साहनाने चालू आहेत. ही शास्त्रीय परिभाषा तयार होऊन मग ती वापरायची असा प्रकार करण्याऐवजी, सध्या सुचतील ते शब्द वापरून मनांतील आशय व्यक्त करावा. हें करित असतां प्रत्येक इंग्रजी शब्दाला मराठी प्रतिशब्द असलाच पाहिजे हा आग्रह धरूं नये. असें करतां करतां जे शब्द तयार होतील, समजण्यास सोपे वाटतील, अर्थवाही असतील त्यांचीच शेवटी परिभाषा तयार होईल, अशी प्रस्तुत लेखकाची थोडक्यांत विचारसरणी आहे. या विचारसरणीला अनुसरून हा ग्रंथ लिहिला

आहे. ज्या ठिकाणी मराठी प्रतिशब्द नाही असें वाटलें त्या ठिकाणी मूळ इंग्रजी शब्द जसेच्या तसे वापरले आहेत. या पुस्तकांत वापरलेल्या मराठी प्रतिशब्दांबद्दलहि लेखकाचा आग्रह नाही. वापरलेल्या प्रतिशब्दाहून जास्त चांगला म्हणजे समजण्यास सुलभ व कार्यवाही शब्द उपलब्ध झाला तो अवश्य वापरला जावा.

इंग्रजी वेष, रीतरिवाज, त्यांची शास्त्रीय विषयांतील प्रगति—थोडक्यांत त्यांची सर्व संस्कृति आत्मसात् करण्याची आमची सारखी धडपड चालू आहे, तर एखाद दुसरा इंग्रजी शब्द वापरण्याविरुद्ध—आणि तोसुद्धा मराठी प्रतिशब्द मिळत नाही तेव्हा—ओरड का ? पाश्चिमात्य संस्कृतींतील आधुनिकांतील आधुनिक साहित्य व उपकरणें वापरतांना, आमचा मराठी वाणा बदलत नाही, आमचें मन मराठीच राहूं शकतें, तर तें काय दोन चार इकडचे तिकडचे परकीय भाषेतील शब्द वापरल्याने बदलणार आहे का ? जेथे जेथे दोन भिन्न भाषीय संस्कृति एकत्र आल्या आहेत तेथे तेथे भाषेची देवाण—घेवाण चालू असते. श्रीमंत माणसाकडून गरीब मनुष्य पैसा घेणार, तसेंच समृद्ध भाषेतील शब्द दुसऱ्या कमी समृद्ध भाषा घेणार. परकीय भाषेतील शब्द उचलला म्हणजे गुलामगिरी पत्करली हा विचार मनांतून काढल्यास पुढील प्रगतीचा मार्ग मोकळा होईल असें वाटतें.

हा ग्रंथ मराठी वाचकांच्या हातांत देतांना परीक्षेचा पेपर लिहून तो परीक्षकांच्या हातीं देणाऱ्या विद्यार्थ्यासारखी माझी मनःस्थिति आहे. ग्रंथ शक्य तितका चांगला व्हावा यासाठी माझ्याकडून मी शक्य तितका प्रयत्न केला आहे. अमूक वेळांतच ग्रंथ लिहून झाला पाहिजे अशी घाईहि प्रकाशकांनी केली नाही. तेव्हा घाईने चुका राहून गेल्या असतील अशी सबबहि मला सांगतां येत नाही. या ग्रंथांत कांही चुका व उणीवा राहून गेल्या असल्यास त्याबद्दल मलाच जबाबदार धरलें पाहिजे. ग्रंथांतील चुका किंवा उणीवा माझ्या निदर्शनाला आणल्यास, त्या पुढील आवृत्तींत—ती शक्य झाल्यास—सुधारण्याचें आश्वासन द्यायला कांहीच हरकत नाही.

सरतेशेवटी हा ग्रंथ लिहिण्याच्या कामी ज्यांची मदत झाली, त्यांचा कृतज्ञतापूर्वक निर्देश करून, ही प्रस्तावना मी आटोपती घेतों. निरनिराळे इंग्रजी ग्रंथ व शास्त्रीय नियतकालिकें यांतील माहितीवरून हा ग्रंथ तयार नो. पा. प्र. २ ... २

केला आहे. त्यांतल्या त्यांत एडवर्ड फार्बर याने याच विषयावर लिहिलेल्या ग्रंथाचा संदर्भ-ग्रंथ म्हणून पुष्कळच उपयोग करावा लागला. माझे सहकारी व मित्र डॉ. ग. वि. जाधव, प्रो. म. आ. जोशी व प्रो. वि. मा. दी. पटवर्धन यांनी हस्तलिखित नीट काळजीपूर्वक वाचून, त्यांत चुका राहू नयेत या दृष्टीने बहुमोल सूचना केल्या आहेत व वेळोवेळीं प्रोत्साहन दिलें आहे. व्हीनस प्रकाशनचे श्री. स. कृ. पाध्ये यांच्या आग्रहामुळे हा ग्रंथ प्रकाशित होत आहे. त्यांचा आग्रह नसता तर या विषयावर पुस्तक लिहिण्याच्या भरीस मी पडलों नसतों.

१ जानेवारी १९६३

चं. रा. तळपदे

अनुक्रमणिका



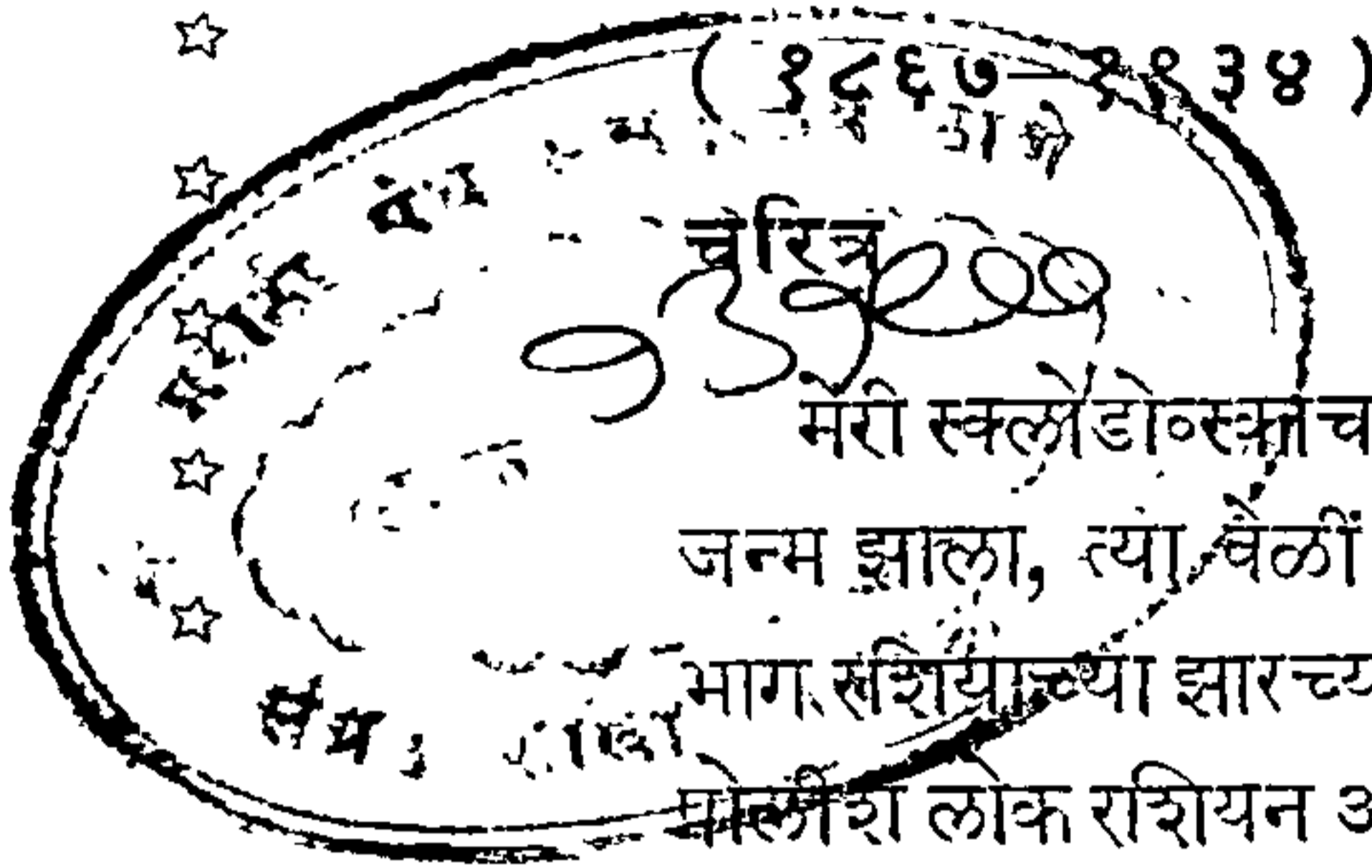
	सन्	पृष्ठ
प्रास्ताविक	...	३
१ मेरी इस्कलोडोस्काया क्युरी	१९११	८१
२ विक्टर ग्रिनार्ड व पॉल सॅव्टिअर	१९१२	९१
३ ऑल्फ्रेड वर्नर	१९१३	१०६
४ थिओडोर विल्यम रिचर्ड्स	१९१४	११४
५ रिचर्ड विल्स्टॅटर	१९१५	१२३
६ पारितोषिक दिलें नाही	१९१६	१३३
७ " "	१९१७	१३३
८ फ्रिट्झ हाबर	१९१८	१३४
९ पारितोषिक दिलें नाही.	१९१९	१४६
१० वॉल्टर नन्स्ट	१९२०	१४७



: १९११ :

३४५२५
१९१०३४५२५
१९१०

मेरी स्वलोडोव्स्का क्युरी



मेरी स्वलोडोव्स्काचा ज्या वेळीं वॉर्सामध्ये जन्म झाला, त्या वेळीं पोलंड देशाचा तो भाग रशियाच्या सारच्या अमलाखाली होता. पोलंड लोक रशियन अधिकाऱ्यांच्या दडपशाहीला कंटाळले होते, व स्वातंत्र्यप्राप्तीसाठी त्यांचे सारखे प्रयत्न चालू होते. तिचे वडील व भाऊहि स्वातंत्र्य-चळवळींत भाग घेत होते. त्यामुळे स्वातंत्र्यचळवळीच्या छायेखाली तिचें बालपण गेलें. तिचें बरेंचसें शिक्षण तिच्या वडिलांच्या देखरेखीखालीच पार पडलें. पोलंड विद्यापीठांतून अभ्यास करण्याएवजी मेरीस पॅरिसला पाठविण्याचें तिच्या वडिलांनी ठरविलें. त्याप्रमाणे तिने १८९१ मध्ये पुढील अभ्यासक्रमासाठी पॅरिसला प्रयाण केलें. तेथे तिचें शिक्षण चालू असतां, सॉर्वेन विद्यापीठांतील विज्ञानशास्त्राचे प्राध्यापक पिअर क्युरी यांच्याशीं १८९४ मध्ये ओळख झाली. ओळखीचें रूपांतर प्रेमांत होऊन, त्यांनी आपला विवाह १८९५ मध्ये साजरा केला. विवाहानंतरहि त्या उभयतांचें आपापल्या क्षेत्रांत संशोधन चालू होतें.

“ रेडियम व पोलोनियम या दोन मूलतत्त्वांचा शोध व रेडियम धातूच्या संयुक्तांचा अभ्यास यामुळे रसायनशास्त्रांत जी प्रगति घडून आली, त्या प्रगतीस कारणीभूत झाल्याबद्दल नोबेल पारितोषिक. ”

१८९८ मध्ये ती पिचव्लेंडे या युरॅनियमच्या खनिजाच्या किरणोत्सर्गाचा अभ्यास करीत होती. त्या वेळीं तिला असें आढळून आलें की, पिचव्लेंडेचा किरणोत्सर्ग त्यांत असणाऱ्या युरॅनियमच्या मानाने किती तरी पट अधिक आहे. त्यामुळे पिचव्लेंडेमध्ये युरॅनियमपेक्षा तीव्र किरणोत्सर्गी असें एखादें मूलतत्त्व असलें पाहिजे, असा कयास बांधून तिने त्या मूलतत्त्वाचा शोध करण्यास सुरुवात केली. तिच्या सुदैवाने ऑस्ट्रियन सरकारने आपल्या मालकीच्या खाणींतील सुमारे तीन टन पिचव्लेंडे तिच्या संशोधनकार्यासाठी फुकट देऊं केलें. त्या पिचव्लेंडेचें अत्यंत पद्धतशीर रीत्या पृथक्करण करून तिने त्यापासून रेडियमचे क्षार मिळविण्यांत यश संपादन केलें. कित्येक महिन्यांच्या खटाटोपानंतर तीन टन पिचव्लेंडेपासून तिला अवघें तीनशे मिलिग्रॅम रेडियम क्लोराइड मिळालें. पिचव्लेंडेतील रेडियमचें अत्यल्प प्रमाण लक्षांत घेतां, तिच्या यशाचें मर्म लक्षांत येतें. रेडियमच्या संशोधनाचें कार्य यशस्वी रीतीने पार पाडण्याच्या कामीं तिचे पति पीअर क्युरी यांची व अॅन्ड्री डिवर्ने यांची तिला बहुमोल मदत झाली. त्या वेळेपावेतो संशोधनाच्या क्षेत्रांत कोणाहि स्त्री संशोधकाने महत्त्वाचा शोध लावला नसल्याकारणाने, पीअर क्युरी आपला शोध पत्नीच्या नांवावर प्रसिद्ध करीत आहेत असा एक गैरसमज बऱ्याच मंडळींच्या मनांत होता. रेडियमच्या संशोधनाचें कार्य मुख्यत्वे तिचें होतें व पीअर क्युरी यांनी तिला अधूनमधून साहाय्य केलें होतें. हा खरा प्रकार कळून येतांच, लोकांच्या मनांतील गैरसमज भावळून त्याची जागा आदराने घेतली.

रेडियमचे शुद्ध क्षार तयार करीपर्यन्त १९०२ साल उजाडलें. रेडियमच्या संशोधनाचें कार्य करीत असतां, तिला विस्मयसदृश एका किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वाचा शोध लागला. त्या मूलतत्त्वास तिने आपल्या मातृभूमीच्या स्मृत्यर्थ पोलोनियम् हें नांव दिलें. १९०३ मध्ये तिच्या

संशोधनावदल पॅरिसमधील सॉर्वोन विद्यापीठाने पीएच्. डी. पदवी दिली. त्याच वर्षी तिच्या या संशोधनावदल, तिला व पिअर क्युरीला विज्ञान-शाखांतील संशोधनाचें नोबेल पारितोषिक देण्यांत आलें.

आपल्या कार्यास शास्त्रीय जगताकडून अशा रीतीने मान्यता मिळाल्यावर तिने जास्तच उत्साहाने पुढील संशोधन सुरू केलें. पण नोबेल पारितोषिक मिळाल्यानंतर तीनच वर्षांनी, पिअर क्युरीला अपघाती मृत्यु आला. ज्याच्या आधारावर व प्रोत्साहनावर पुढील संशोधनाचे मनोरे रचले होते, तो जीवनसाथीच काळाने ओढून नेल्याने, सर्व संशोधनकार्यांतून निवृत्त होऊन घरीं स्वस्थ बसावें असा विचार तिच्या पनांत घोळू लागला. त्या वेळीं तिच्या संशोधनकार्याचें महत्त्व जाणून, सॉर्वोन विद्यापीठाने तिला आपलें संशोधन चालू ठेवण्याची विनंती केली व पिअर क्युरीच्या मृत्यूने रिकाम्या झालेल्या जागेवर तिची नेमणूक केली.

सॉर्वोन विद्यापीठाने घेतलेला निर्णय लक्षांत घेऊन, फ्रेंच सरकारने तिला तिच्या संशोधनांत सर्वतोपरी साहाय्य करण्याचें ठरविलें. तिच्या संशोधन-कार्याचा वाढता व्याप लक्षांत घेऊन, फ्रेंच सरकारने रेडियम व तत्सम किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वे यांच्या संशोधनासाठी एका स्वतंत्र संस्थेची स्थापना केली, व तिच्या प्रमुखपदावर मेरी क्युरीची योजना केली.

या संस्थेच्या स्थापनेपाठोपाठ पहिलें महायुद्ध सुरू झाल्याने, व जर्मन सैन्याने फ्रेंच भूमीवर आक्रमण केल्याने, तिला संशोधनाकडे संपूर्ण लक्ष देणें अशक्य झालें. या काळांत तिने लढाईत जखमी झालेल्या सैनिकांची शुश्रूषा करण्यांत व त्यांसाठी शुश्रूषापथकें उभारण्यांत खूप मेहनत घेतली. एकीकडे तिचें हें भूतदयावादी शुश्रूषाकार्य चालू होतें तर दुसरीकडे तिचें किरणोत्सर्गविषयक संशोधनहि चालू होतें.

तिच्या संशोधनाचें महत्त्व लक्षांत घेऊन, तिचा गौरव करावा या हेतूने अमेरिकन महिलांनी तिला अमेरिकेस भेट देण्याची आग्रहाची

विनंती केली. त्या विनंतीस मान देऊन, मेरी क्युरीने १९२१ सालीं अमेरिकेस भेट दिली. त्या वेळीं तिचें किरणोत्सर्गविषयक संशोधन सतत चालू राहावें या उद्देशाने अमेरिकन महिलांनी एक मोठा निधि उभारला व त्यांतून १ ग्रॅम रेडियम विकत घेऊन, तो तिला नजराण्यादाखल देण्यांत आला. रेडियमचा या पृथ्वीवरील एकंदर साठा लक्षांत घेतां ही भेट अमूल्य होती.

किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या संशोधनासच सतत वाहून घेतल्याने, तिच्या शरीरावर किरणोत्सर्गाचा परिणाम होत राहिला. त्यामुळे रक्तक्षयासारख्या दुर्धर रोगाने तिच्या शरीरांत ठाण दिलें. त्यामुळे तिची मूळर्चा कणखर प्रकृति खालावत जाऊन तिचा १९३४ मध्ये अंत झाला.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें कार्य

किरणोत्सर्ग हा मूलतत्त्वाच्या अणूचा एक मूलभूत गुण आहे हें लक्षांत घेऊन, किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वे शोधून काढण्याची एक नवीन पद्धत मेरी क्युरीने वसवली. हातीं असलेल्या एखाद्या मिश्रणाचें रासायनिक पृथक्करण केल्यानंतर पृथक् पृथक् मिळणाऱ्या भागांचा किरणोत्सर्ग मोजून पाहायचा यावर ही पद्धत आधारलेली आहे. या पद्धतीमुळे किरणोत्सर्गी पदार्थ रासायनिक दृष्टीने दुसऱ्या कोणत्या मूलतत्त्वासारखा आहे हें समजून येतें. प्रकाशपटांच्या साहाय्याने सूक्ष्म प्रमाणांतसुद्धा असलेल्या मूलतत्त्वाचें अस्तित्व समजतें, त्यासारखीच ही पद्धत सूक्ष्म प्रमाणांत असलेल्या किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वाचें अस्तित्व शोधून काढतें. प्रकाशपटांत मिळणाऱ्या रेषांच्या प्रकाशलहरीवरून कोणतें मूलतत्त्व असावें हें सांगतां येतें. किरणोत्सर्ग-पद्धतीचा उपयोग करीत असतां, तीन तऱ्हेचा किरणोत्सर्ग आढळून येतो हें लक्षांत ठेवून ही पद्धत वापरावी लागते. धन-विद्युद्भार धारण केलेले अल्फा कण, ऋणविद्युद्भार धारण केलेले बीटा कण व विद्युद्भाररहित पण क्ष-किरण सदृश गॅमा किरण यांपैकी कोणते

किरण वाहेर पडत आहेत हें ध्यानांत ठेवून व किरणोत्सर्ग मूळच्या निमपट होण्यास लागणारा वेळ गणिताने ठरवून, किरणोत्सर्गी पदार्थ शोधून काढतां येतात. पण किरणोत्सर्गी पदार्थ एकच आहे की दोन तीन किरणोत्सर्गी संयुक्तांचें मिश्रण आहे हें केवळ किरणोत्सर्गावरून नक्की सांगतां येत नाही. रासायनिक पृथक्करण केल्यानंतर, अलग केलेल्या भागांचा किरणोत्सर्ग तपासून पाहायचा व जास्त जास्त किरणोत्सर्ग देणारे भाग एकत्र करायचे व कमी किरणोत्सर्ग देणारे भाग वेगळे करायचे, व हा प्रकार रासायनिक पृथक्करणानंतर सारखा करित गेल्यास, सर्वांत जास्त किरणोत्सर्ग असलेला भाग इतर कमी किरणोत्सर्ग असलेल्या भागापासून अलग करतां येतो. अशा तऱ्हेने किरणोत्सर्गी मूलतत्वांचें प्रमाण वाढवीत वाढवीत, सरतेशेवटीं तें शुद्ध स्वरूपांत मिळवितां येतें. मेरी क्युरीने याच पद्धतीने पिचब्लेंडे या खनिजापासून दोन किरणोत्सर्गी मूलतत्वे मिळविलीं. त्यांपैकी एक रासायनिक दृष्ट्या विस्मथसदृश आहे. त्यास मेरी क्युरीने आपल्या मातृभूमीच्या नांवावरून (पोलंड या नांवावरून) तयार केलेलें 'पोलोनियम' हें नांव दिलें. एका नवीन मूलतत्वास पोलोनियम हें नांव देण्यांत मेरी क्युरीचें मातृभूमीवरील प्रेम व्यक्त होतें. दुसरें मूलतत्त्व रासायनिक दृष्ट्या बेरियमसदृश आहे व त्याच्या अंगीं असलेल्या तीव्र किरणोत्सर्गाच्या गुणधर्मांमुळे तें अंधारांत प्रकाशमय असतें, त्याचा हा गुण लक्षांत घेऊन मेरीने त्या मूलतत्वास 'रेडियम' हें नांव दिलें. आपणास मिळालेले हे किरणोत्सर्गी पदार्थ मूलतत्वे आहेत याबद्दल, मेरी क्युरीने आपली खात्री करून घेतली.

किरणोत्सर्ग हा मूलतत्वाच्या अणूचा मूलभूत गुणधर्म आहे. या सिद्धान्ताला अनुसरून किरणोत्सर्गी मूलतत्वांतून वाहेर पडणाऱ्या किरणांचें स्वरूप, त्यांची प्रखरता व एका मूलतत्वांतून दुसरें मूलतत्त्व निर्माण होत असल्याने त्या मूलतत्वाचें आयुष्य या सर्वांचा विचार करून, एखादें

किरणोत्सर्गी मूलतत्त्व नवीन आहे की अगोदर माहित असलेले एखादे मूलतत्त्व आपण पुनः तपाशीत आहोंत याचा निर्णय घेतां येतो. मेरी क्युरीस मिळालेले किरणोत्सर्गी पदार्थ विस्मथ व बेरियमसदृश होते. बेरियम किंवा विस्मथ हीं मूलतत्त्वे किरणोत्सर्गी नाहीत. त्या अर्थी मिळालेल्या किरणोत्सर्गी भागांत नवीन मूलतत्त्वे असावीत हे मत पटण्यासारखे असले तरी तीं मूलतत्त्वे विस्मथ किंवा बेरियम या मूलतत्त्वापासून अलग करणे अवश्य होते. ते केल्याखेरीज संशोधनास पूर्णता येत नव्हती. विस्मथच्या क्षारापासून पोलोनियमचे क्षार व बेरियमच्या क्षारापासून रेडियमचे क्षार अलग करण्यांत मेरी क्युरीने यश मिळविले; पण ते उज्ज्वल यश संपादन करण्यासाठी तिला सतत कांही वर्षे अत्यंत काळजी-पूर्वक संशोधन करावे लागले. सध्या तर रेडियमचे क्षार शुद्ध स्वरूपांत मिळविण्याचा एक स्वतंत्र उद्योग झाला आहे. रेडियमचे क्षार जितक्या प्रमाणांत शुद्ध मिळू शकतात तितक्या प्रमाणांत इतर किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांचे क्षार मिळविणे अत्यंत कठिण पडते. रेडियम धातूचा किरणोत्सर्ग युरेनियम धातूच्या किरणोत्सर्गाच्या पन्नास लक्ष पट तीव्र आहे व किरणोत्सर्ग सारखा चालू राहून त्याचे रेडॉन वायूमध्ये रूपांतर होण्याचे कार्य सतत चालू असते. हे कार्य चालू असतां, सारखी उष्णता बाहेर पडत असते. रेडियम हवेत ठेवल्यास त्यांतून किती उष्णता बाहेर पडावी याचे गणित मांडून शास्त्रज्ञांनी असे शोधून काढले आहे की, १ ग्रॅम रेडियममधून ताशीं ११८ कॅलरी उष्णता बाहेर पडत असते. (१ ग्रॅम पाण्याचे तपमान १ अंशाने वाढविण्यासाठी १ कॅलरी उष्णता लागते.)

मेरी क्युरीच्या रेडियमवरील संशोधनामुळे किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वाविषयीचे संशोधन हे एक नवीनच दालन संशोधकांस खुले झाले. या मूलतत्त्वांचे अस्तित्व त्यांच्या किरणोत्सर्गावरून समजून येते. किरणोत्सर्ग हा एक गुणधर्म सोडल्यास इतर बाबतींत हीं मूलतत्त्वे इतर अकिरणोत्सर्गी

मूलतत्त्वांसारखीं असतात. ह्या मूलतत्त्वावर तीव्र अम्लाचा प्रयोग करून, त्यांचे क्षार मिळवितां येतात; ते क्षार द्रावकांत विरघळवून त्यांचीं विलयनें मिळवितां येतात; या विलयनापासून अद्राव्य साका मिळवितां येतो व अशा विलयनांचें विद्युद्विभाजन केल्यास, ऋणविद्युत्केन्द्रापाशीं हीं मूलतत्त्वे जमा करतां येतात. संशोधनाकरिता नेहमी वापरण्यांत येणारा विनचूक तराजू ह्या मूलतत्त्वांविषयीच्या संशोधनाच्या कामीं तितकासा उपयोगी पडत नाही. ह्या संशोधनासाठी इलेक्ट्रोमीटरचाच जास्त उपयोग होतो. किरणोत्सर्गाचा दृश्य परिणाम म्हणजे अत्यंत सूक्ष्म विद्युत्प्रवाह सुरू होतो व तो इलेक्ट्रोमीटरच्या साहाय्याने मोजतां येतो. म्हणजे एखादा पदार्थ किरणोत्सर्गी आहे की नाही हें इलेक्ट्रोमीटरच्या साहाय्याने ठरवितां येतें. किरणोत्सर्ग आपल्याला दिसत नसल्याने, एका अर्थाने किरणोत्सर्गा-विषयीचें संशोधन म्हणजे एका अत्यंत गूढ गोष्टीचें संशोधन म्हणावें लागतें.

संशोधनाचे परिणाम

ऑक्सिजन वायूचा शोध लागल्यानंतर या जगांतील सर्व वस्तू पंचमहाभूतांपासून निर्माण झाल्या आहेत ही कल्पना बदलावी लागली. त्यासारखाच प्रकार रेडियम धातूच्या शोधाने झाला. या शोधामुळे सोळाव्या शतकांत रॉवर्ट वायलने मांडलेली मूलतत्त्वाची व्याख्या बदलावी लागली. मूलतत्त्वाचा अणु कापतां येत नाही किंवा त्याचा छेद करतां येत नाही व एका मूलतत्त्वाचा अणु दुसऱ्या मूलतत्त्वाच्या अणूहून भिन्न आहे, ह्या दोन कल्पना मूलभूत स्वरूपाच्या आहेत असें शास्त्रज्ञ मानत होते. किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वाच्या अणूमधून अल्फा किंवा बीटा कण बाहेर पडल्यानंतर त्यापासून दुसऱ्या नवीन अणूची निर्मिती होते हें समजल्या-नंतर यांपैकी पहिली कल्पना टिकेना. कांही अकिरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांचा अणुभार किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या अणुभाराइतका असूं शकतो व

कित्येक वेळा किरणोत्सर्गी व अकिरणोत्सर्गी मूलतत्त्वे रासायनिक दृष्ट्या अभिन्न असल्याचें आढळून आल्याने दुसऱ्या कल्पनेंतहि बदल करावा लागला.

रेडियमचे क्षार हवेंत ठेवल्यास भोवतालच्या हवेची विद्युद्वाहनक्षमता वाढते. रेडियमच्या क्षारांचा हा विशिष्ट गुणधर्म लक्षांत घेऊन, मेरी क्युरीने युरेनियमच्या पिचब्लेंडे खनिजाचें रासायनिक पृथक्करण करून, त्यांतील अकिरणोत्सर्गी भाग क्रमाक्रमाने काढून टाकले, व प्रखर किरणोत्सर्गी भाग एकत्र केले. दहा कोटी भाग खनिजांत जास्तींत जास्त एक भाग असलेल्या रेडियमचें अस्तित्व किरणोत्सर्गाच्या योगाने शोधून काढणें ही विश्लेषणपद्धति प्रकाशपटाने मूलतत्त्वाचें अस्तित्व शोधून काढण्याच्या पद्धतीसारखीच अतिसूक्ष्म आहे. प्रकाशपटाच्या साहाय्याने विश्लेषण करण्याच्या पद्धतींत तपासण्यास घेतलेला पदार्थ प्रखर उष्णता-मानापर्यंत तापवावा लागतो, म्हणजे त्या मूलतत्त्वाचा विशिष्ट प्रकाशपट मिळू शकतो. या प्रकाशपटाची, माहीत असलेल्या मूलतत्त्वांच्या प्रकाशपटाबरोबर तुलना करून, तपासलेल्या नमुन्यांत कोणतें मूलतत्त्व आहे, तें नवीन आहे की आधी माहीत असलेल्या मूलतत्त्वांपैकी आहे हें ठरवितां येतें. किरणोत्सर्ग पाहण्यासाठी मूलतत्त्वावर कोणतीच क्रिया करावी लागत नाही. किरणोत्सर्गाची प्रखरता, बाहेर पडणाऱ्या किरणांचा प्रकार व किरणोत्सर्ग करणाऱ्या मूलतत्त्वाचें आयुर्मान ह्या गोष्टींच्या साहाय्याने किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वे अभ्यासता येतात.

किरणोत्सर्गी मूलतत्त्व कोणत्याहि उष्णतामानावर ठेवले, तरी त्याचा किरणोत्सर्ग कमी होत नाही की जास्त होत नाही. - २०० सेंटि. इतक्या कमी उष्णतामानावर रेडियमचे क्षार ठेवले तरी त्याचा किरणोत्सर्ग कमी होत नाही, व त्या किरणोत्सर्गाने सभोवतालच्या हवेची विद्युद्वाहकता वाढवण्याचें कार्य पूर्वीइतक्याच कार्यक्षमतेने चालू असतें. रेडियमचे

क्षार स्वयंप्रकाशित असतात व त्यांतून सारखी उष्णता बाहेर पडत असते याचा उल्लेख याअगोदर केला आहेच.

किरणोत्सर्ग होऊन रेडियमचें दुसऱ्या मूलतत्त्वांत रूपांतर होत असल्याने व तेंहि मूलतत्त्व किरणोत्सर्गी असल्याने, त्याचा किरणोत्सर्ग होत होत, अत्यंत प्रभावी किरणोत्सर्गी असलेल्या रेडियमचें अत्यंत सावकाशीने अकिरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांत रूपान्तर होतें. रूपांतराच्या वेगाचा अभ्यास केल्यास, असें दिसून येतें की, घेतलेल्या रेडियमपैकी दोन-तृतीयांश रेडियमचें अकिरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांत रूपान्तर होण्यास साधारणपणे २४५० वर्षे लागावीत.

एक टन पिचब्लेंडे खनिजापासून साधारणपणें एक दशांश ग्रॅम रेडियम क्लोराइड मिळतें. त्यांतूनहि अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणांत तें इतर निरनिराळ्या खनिजांत सापडतें. तें बहुधा पोलोनियम या मूलतत्त्वाच्या जोडीला असतें. पोलोनियमचेंही खनिजांतील प्रमाण अत्यंत सूक्ष्म असतें.

रेडियम, पोलोनियम, युरॅनियम इत्यादि मूलतत्त्वांमधून जो किरणोत्सर्ग चालू असतो, त्याचा जीवनावर विचार करण्यासारखा परिणाम घडून येत असतो. त्वचारोग वरे करण्याच्या कामीं कांही झऱ्यांचें पाणी अत्यंत गुणकारी असल्याचें आढळून आलें आहे. या झऱ्यांचें पाणी रासायनिक दृष्ट्या तपासून पाहिल्यास, त्या झऱ्यांच्या पाण्यामध्ये किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांचे क्षार असल्याचें आढळून येतें. सतत होणाऱ्या किरणोत्सर्गामुळे अशा झऱ्यांच्या पाण्यांत औपधीगुण आले आहेत असा आतापर्यन्तचा अनुभव आहे. कॅन्सरसारख्या रोगाची शरिरांत होणारी वाढ रेडियममधून बाहेर पडणाऱ्या किरणांच्या योगाने थांबते हें समजून आल्यावर, कॅन्सरवर रेडियमचा उपाय करायचा ही गोष्ट जवळजवळ ठरल्यासारखी झाली आहे. रेडियमचे क्षार धातूंच्या अत्यंत वारीक नलिकांत भरून त्या नलिका, कॅन्सर झालेल्या शरीरांतील भागाजवळ ठेवतात. नलिकांतून

होणाऱ्या किरणोत्सर्गाने कॅन्सरची वाढ थांबते. वाढ थांबल्याचे नक्की झाल्यावर रेडियमचे क्षार भरलेल्या नलिका, शरीरांतून काढून टाकतात. आता किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वे प्रयोगशाळेत तयार करणे शक्य असल्याने व खनिजांतून रेडियम मिळविण्याची पद्धत लांबलचक, कंटाळवाणी व अतिशय खर्चाची असल्याने प्रयोगशाळेत तयार केलेलीं मूलतत्त्वे कॅन्सर-सारख्या रोगावर वापरण्याकडे शास्त्रज्ञांचा कल आहे.

तरीसुद्धा किरणोत्सर्ग नेहमीच फायदेशीर आहे असें नाही. किरणोत्सर्गाचा शोध लागला त्या वेळीं किरणोत्सर्गापासून होणाऱ्या उपद्रवाची कल्पना नसल्याने वऱ्याचशा संशोधकांनी, किरणोत्सर्गी द्रव्ये प्रयोगशाळेत हाताळीत असतां, योग्य ती काळजी घेतली नाही व त्यामुळे त्यांना पुष्कळ वेळा पंडुरोग झाल्याचीं उदाहरणे आहेत. खुद्द मेरी क्युरीला किरणोत्सर्गात सतत काम केल्यामुळे, शरीरावर परिणाम होऊन पंडुरोग झाला होता व त्यांतच तिला मृत्यु आला हें सर्वांना माहित आहेच.

: १९१२

विहक्टर ग्रिनार्ड

☆ (१८७१--१९३५)

☆ व

☆ पॉल सॅव्टिअर

☆ (१८५४-१९४१)

चरित्र : विहक्टर ग्रिनार्ड

फ्रँकॉय ऑगस्ट विहक्टर ग्रिनार्ड याचा जन्म चेरबुर्ग या फ्रेंच गावीं झाला. त्याचे वडील खलाशाचा धंदा करीत असत व व्यवहारकुशल म्हणून ते प्रसिद्ध होते. विहक्टर ग्रिनार्डने लहान वयांतच आपल्या अभ्यासांत प्रगति दाखविली. पण सुरुवाती-सुरुवातीस त्याला रसायनशास्त्रामध्ये गोडी वाटत नसे. बऱ्याचशा लोकांनी गोळा केलेली माहिती स्मरणांत ठेवण्याचा उद्योग म्हणजे रसायनशास्त्राचा अभ्यास असें त्यास वाटत असे. पुढे लिऑँ विद्यापीठांत त्यास अभ्यासक्रम चालू असतां, रसायन-

“ १९१२ सालचें पारितोषिक विहक्टर ग्रिनार्ड व पॉल सॅव्टिअर या दोघांमध्ये वांटून देण्यांत आलें. ‘ग्रिनार्ड रसायना’चा शोध लावून, त्याच्या साहाय्याने नवीन नवीन सेन्द्रिय रसायने तयार करण्याबद्दल विहक्टर ग्रिनार्ड यांना हा बहुमान मिळाला. पाल सॅव्टिअरने अत्यंत सूक्ष्म धातुकणांच्या साहाय्याने सेन्द्रिय पदार्थांचें उदजनीकरण करण्याची पद्धत शोधून काढली. त्या कार्याच्या गौरवाप्रीत्यर्थ त्यालाहि हा बहुमान मिळाला. ”

“ सेन्द्रिय रसायनें शोधण्याबद्दल नोबेल पारितोषिक ”

शाखांतील वेगवेगळ्या प्रयोगांकडे त्याचें लक्ष वेधलें, व आस्ते आस्ते त्यास रसायनशाखांत गोडी वाटूं लागली. लिऑ व्हिद्यापीठांतील फिलिप अँटॉइन वार्विअर (१८४८-१९२२) यांच्या हाताखाली त्याने संशोधनाची दीक्षा घेतली. वार्विअर यांचें संशोधन मुख्यत्वेकरून सेन्द्रिय रसायनासंबंधी असे. त्यामुळे ग्रिनार्डहि सेन्द्रिय रसायनांतील संशोधनाकडे ओढला गेला यांत काय आश्चर्य ?

एखाद्या सेन्द्रिय संयुक्तांत मिथाइल अणुसमूह (CH_3) कसा जोडून घ्यायचा याबद्दल वार्विअरचें संशोधन चालू होतें. त्या वेळीं या कामाकरिता मुख्यत्वेकरून मिथाइल आयोडाइड ($\text{CH}_3 \text{I}$) या संयुक्ताचा उपयोग करीत असत. मिथाइल आयोडाइडच्या जोडीला जस्ताचें चूर्ण वापरल्यास, मिथाइल अणुसमूह जोडून देण्याचें कार्य जास्त सुलभ होतें असें आढळलें होतें. वार्विअरने जस्ताच्या चूर्णाऐवजी मॅग्नेशियम धातूचें चूर्ण, मिथाइल आयोडाइडच्या जोडीला वापरून पाहिलें व त्यामुळे मिथिलेशनची क्रिया (मिथाइल अणुसमूह जोडून देण्याची) जास्त चांगली घडून येते असें त्यास आढळून आलें. त्यामुळे मिथिलेशन या विषयासंबंधीच जास्त संशोधन करण्याचें वार्विअरने ठरवलें व याविषयीचे प्रयोग करून पाहण्याचें काम, आपला शिष्य व्हिक्टर ग्रिनार्ड याकडे सोपविलें.

ग्रिनार्डला प्रयोगान्तीं असें आढळून आलें की, मिथाइल आयोडाइड-मध्ये ईथर ($\text{C}_2 \text{H}_5 \text{O C}_2 \text{H}_5$) मिसळल्यास, त्याची मॅग्नेशियम धातू-वरोवर चटकन प्रक्रिया घडून येते. ही प्रक्रिया घडून यावी यासाठी ईथर-मध्ये पाण्याचा जरा सुद्धा अंश राहणार नाही याबद्दल खबरदारी घ्यावी लागत होती. ईथर किंवा मिथाइल आयोडाइड यामध्ये थोडें जरी पाणी असलें तरी, मॅग्नेशियम व मिथाइल आयोडाइड यांमधील प्रक्रिया समाधानकारक रीत्या पार पाडतां येत नसे. मिथाइल आयोडाइड व मॅग्नेशियम यांतील प्रक्रिया पुरी होऊन, नवीन संयुक्त मिळालें की त्या संयुक्ताचा निरनिराळ्या

प्रक्रियांमध्ये उपयोग करतां येतो असें ग्रिनार्डला दिमून आलें. मिथाइल आयोडाइड व मॅग्नेशियम् यांच्यामधील प्रक्रियेने मिळणाऱ्या मॅग्नेशियम् मिथाइल आयोडाइडचा निरनिराळ्या प्रक्रियांतील उपयोग या विषयावर ग्रिनार्डने निबंध सादर केला व त्या निबंधाचा विचार होऊन त्यास पीएच्. डी. पदवी मिळाली.

ग्रिनार्डने आपला निबंध प्रसिद्ध केल्यानंतर, त्याने वर्णन केलेल्या रासायनिक क्रियांविषयी पुष्कळच कुतूहल निर्माण झालें व युरोपांतील निरनिराळ्या विद्यालयांतील रासायनिक प्रयोगशाळांतून, ग्रिनार्डने वर्णन केलेल्या व तत्सम प्रक्रियांचा अभ्यास सुरू झाला. १९०५ सालीं या विषयावर साधारणपणे दोनशेवर निबंध प्रसिद्ध झाले. १९३५ सालापर्यंत, त्या विषयावर प्रसिद्ध झालेल्या निबंधांचा आकडा सहा हजारांपर्यन्त गेला होता. त्यानंतरच्या पंचवीस वर्षांत याच विषयावर हजारो निबंध प्रसिद्ध झाले आहेत.

१९०६ सालीं त्यांची लिऑ विद्यापीठांत प्राध्यापक म्हणून नेमणूक झाली. त्यानंतर चार वर्षांनी त्यांनी नॅन्सी विद्यापीठांत प्राध्यापक म्हणून काम करण्याचें कबूल केलें. त्या जागेवरून निवृत्त होईपर्यंत, त्याच विद्यापीठांत त्याचें प्राध्यापनाचें व संशोधनाचें कार्य चालू होतें. पहिल्या महायुद्धामध्ये मात्र त्यांना आपलें संशोधनकार्य वाजूस ठेवून, युद्धविषयक कार्यास वाहून घ्यावें लागलें. फ्रान्सवरच जर्मनांनी आक्रमण केल्याने, फ्रान्समधील सर्वच अंतर्गत परिस्थिति विघडली होती, व जवळ जवळ सर्व नागरिकांना आपले नेहमीचे व्यवसाय वाजूस ठेवून युद्धविषयक कार्यास वाहून घ्यावें लागलें होतें. युद्धविषयक संशोधनाचा पसारा संभाळूनहि, त्यांनी वेळांत वेळ काढून टोलुइन वनविण्याची पद्धत बसवली. टोलुइनपासून टी. एन्. टी. हें अत्यंत प्रभावी स्फोटक द्रव्य बनवितां येत असल्याने, ग्रिनार्डच्या टोलुइनविषयक संशोधनास विशेष महत्त्व होतें.

त्यांनी शोधून काढलेल्या ग्रिनार्ड रसायनामुळे सेन्द्रिय रसायनशाखांत किती तरी नवीन क्रियांचा शोध लागला व संशोधनास चालना मिळाली तरी खुद्द ग्रिनार्डच्या मनामध्ये नोबेल पारितोषिकाचा मान सॅवॅटिअर व सेन्डेरेन्स यांना मिळावा असें फार होतें व तशा तऱ्हेचे उद्गार ते वारंवार काढीत असत. आपण ज्यांच्या हाताखाली मिथाइल मॅग्नेशियम-आयोडाइडविषयक संशोधनास सुरुवात केली त्या वार्विअरचाहि गौरव होणें उचित आहे असें त्यांचें मतहि ते वेळोवेळीं प्रगट करीत.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें कार्य

अल्किल मॅग्नेशियम हलाइड म्हणजे मिथाइल आयोडाइड व मॅग्नेशियम यांपासून जलविमुक्त ईथरच्या सान्निध्यांत तयार झालेल्या संयुक्तांसारखीं संयुक्तें तयार करण्याची पद्धत फार सोपी आहे. तिला फारशीं उपकरणेंहि लागत नाहीत. गोल चंबूर, ज्यांत थंड पाणी खेळवून वाष्प थंड करण्याची सोय आहे असा कन्डेन्सर जोडला व त्या कन्डेन्सरवर थेंब थेंब द्रव टाकण्याची सोय असलेलें ड्रॉपिंग फनेल लावले म्हणजे प्रयोगासाठी जरूर असलेला उपकरणांचा संच तयार झाला. या प्रयोगामध्ये एका गोष्टीवद्दल मात्र अतिशय खबरदारी घ्यावी लागते. ती गोष्ट ही की, हीं सर्व उपकरणें व वापरण्यांत येणारीं रसायनें यांस पाण्याचा जरासुद्धा संपर्क खपत नाही. प्रयोग यशस्वी होण्यास या सर्व वस्तु पूर्णपणे कोरड्या असाव्या लागतात. मॅग्नेशियमचें बारीक चूर्ण प्रथमतः एका चंबूंत घेतात. दुसऱ्या एका चंबूंत मिथाइल आयोडाइड-सारखा हॅलोजनेटेड हायड्रोकार्बन (यांनाच अल्किल हलाइडहि म्हणतात) व ईथर यांचें समप्रमाणांत मिश्रण तयार करतात. अल्किल हलाइड ईथरमध्ये विरघळत असल्याने दोहोंचें मिळून विलयनच तयार होतें. वापरण्यांत यायचा ईथर, संपूर्णपणे कोरडा करण्यासाठी, त्यांत सोडीयम धातु टाकून ठेवतात. सोडीयम धातु ईथरमध्ये असलेला पाण्याचा

वारीकसा अंशसुद्धा शोधून घेतो. अल्कल हलाइडहि संपूर्ण कोरडे करण्याची काळजी घेतलेली असते. अल्कल हलाइडचें ईथरमधील विलयन, कंडेन्सरमधून थोडें थोडें मॅग्नेशियम् धातूच्या चूर्णावर टाकतात, म्हणजे थोड्याच वेळांत दोहोंमधील प्रक्रिया सुरू होते. ही क्रिया सुरू झाल्यावर ती चाळू ठेवण्यासाठी अल्कल हलाइडचें ईथरमधील विलयन, थेंव थेंव टाकत राहावें लागतें. अशा रीतीने साधारण २५० ते ३०० सी. सी. ईथरमधील विलयन वापरलें जातें. ईथरमधील विलयन संपेपर्यन्त साधारणपणें अल्कल हलाइड व मॅग्नेशियम् यांतील रासायनिक प्रक्रिया पुरी झालेली असते. ती कदाचित् अपुरी राहिल्यास, चंभू थोडा वेळ तापवून, अपुरी राहिलेली क्रिया पुरी करतां येते. ही प्रक्रिया घडून येत असतां, उष्णतामान वर चढत असल्याने, व ईथरचा उत्कलन बिंदु खाली आल्याने तें वाष्परूपाने उडून जाण्याचा संभव आहे. तें तसें उडून जाऊं नये यासाठी चंभूवर कंडेन्सर वसवून व त्यांतून सारखा थंड पाण्याचा प्रवाह वाहता ठेवावा लागतो. कंडेन्सर म्हणजे थोडक्यांत एकांत एक बसविलेल्या दोन नळ्या. एका मोठ्या नळींत, वारीक नलिका वसवून, त्या दोन नळ्यांमधील पोकळींतून थंड पाणी वाहते ठेवण्याची व्यवस्था केली म्हणजे कन्डेन्सर तयार झाला. अल्कल हलाइड व मॅग्नेशियम् यांमधील रासायनिक क्रिया पुरी झाल्यानंतर थोडा पिवळट रंग असलेलें एक विलयन मिळतें. वापरलेल्या मॅग्नेशियममध्ये जर लोहाचा अंश असला तर या विलयनास किंचित् काळसर रंग येतो. अशा रीतीने मिळविलेलें मॅग्नेशियम् अल्कल हलाइड “ ऑर्यनो मेटॅलिक संयुक्त ” या सदराखाली येतें. अशा तऱ्हेच्या संयुक्तामध्ये धातूचा अणु असतो व त्यास जोडलेला अणुसमूह सेन्द्रिय पदार्थाचा असतो. अल्कल मॅग्नेशियम हलाइड, अत्यंत अस्थिर आहे. हवेतील ऑक्सिजन किंवा

कार्बन डाय् ऑक्साइड वायु शोपल्यानेहि त्यांत फरक होतो. त्यावर पाणी टाकलें, तर तें संयुक्त विभाजन पावतें. या संयुक्ताची निरनिराळ्या सेन्द्रिय पदार्थांवरोवर प्रक्रिया घडून येण्याची शक्ति फार उत्तम असल्याने, या संयुक्ताची निरनिराळ्या वर्गांतील सेन्द्रिय पदार्थांवरोवर प्रक्रिया घडवून नवीन नवीन संयुक्ते रसायनशास्त्राज्ञांनी शोधून काढलीं आहेत. या प्रक्रिया घडवून आणण्याकरिता, कोणत्याहि तऱ्हेच्या नवीन उपकरणांची जरूर पडत नाही. ज्या सेन्द्रिय पदार्थांवरोवर या संयुक्ताची प्रक्रिया घडवून आणावयाची असते, तो सेन्द्रिय पदार्थ जलविमुक्त ईथरच्या द्रवांत विरघळवून, तें विलयन थोडें थोडें त्या चंबूंत सोडायचें म्हणजे त्या दोहोंतील प्रक्रिया तावडतोव सुरू होते. प्रक्रियेमुळे होणारा पदार्थ स्फटिक स्वरूपाचा असल्यास, ते स्फटिक चंबूमध्ये वेगळे दिसू लागतात. प्रक्रियेमुळे होणारा पदार्थ द्रवरूप असल्यास, तसा पदार्थ चंबूच्या तळाशीं जमा होतो, व त्याचा थर इतर विलयनापेक्षा वेगळा दिसतो. चंबूमध्ये सुरू झालेली प्रक्रिया पुरी करण्यासाठी, चंबू वराच वेळ, योग्य उष्णतामान ठेवून, तापविला जातो व त्यानंतर तयार झालेला पदार्थ, बाहेर काढून, शुद्ध करून तपासण्यांत येतो.

चरित्र : पॉल सॅवॅटिअर

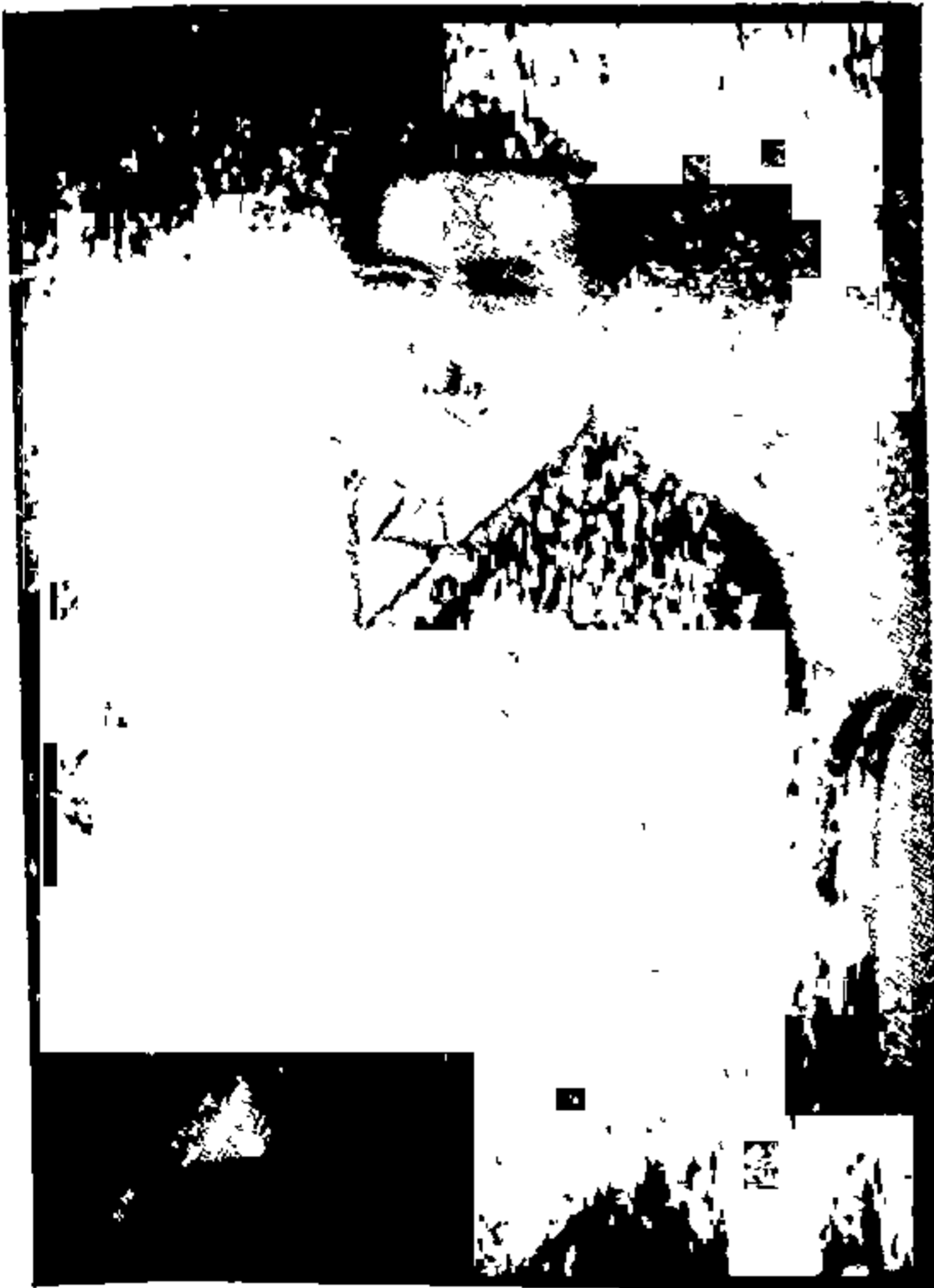
दक्षिण फ्रान्समधील कॅरकॅसॉन गावीं पॉल सॅवॅटिअरचा जन्म झाला. पॅरिसमधील सुप्रसिद्ध एकोल नार्मल विश्वविद्यालयांतून पदवी-परीक्षा पास झाल्यानंतर त्यांनी पॅरिसमधील मार्सेलिन बर्थेलो यांच्या हाताखाली संशोधनाची दीक्षा घेतली. रसायनशास्त्रांत नोबेल पारितोषिक मिळवणारा हा शास्त्रज्ञ पदवीपरीक्षेसाठी विज्ञानशास्त्र हा मुख्य विषय घेऊन बसला होता हें नमूद करण्यासारखें आहे. मार्सेलिन बर्थेलोच्या हाताखाली धातु व गंधक यांतील संयुक्तावद्दल संशोधन करून त्यांनी रसायनशास्त्रांतील डॉक्टरेट मिळविली.



व्हिक्टर ग्रिनाड १९१२



पॉल सॅबाटिअर १९१२



आल्फ्रेड वर्नर १९१३



थिओडोर विल्यम रिचर्ड्स १९१४

त्यानंतर त्यांची टुलूज विद्यापीठांत नेमणूक झाली. तेथे त्यांनी प्रथमतः अकार्बनिक रसायनासंबंधी संशोधन सुरू केलें. सुरुवातीस त्यांनी विज्ञानशास्त्रांतहि अध्यापनाचें काम केलें. कांही कालानंतर विज्ञान व रसायन या दोहोंतहि मोडणाऱ्या वैज्ञानिक रसायन या विषयांत त्यांनी संशोधन सुरू केलें. हें त्यांचें संशोधन, रासायनिक क्रिया घडत असतां, बाहेर पडणाऱ्या किंवा शोषल्या जाणाऱ्या उष्णतेविषयी होते. सॅवॅटिअरचे गुरुवर्य मार्सेलिन वर्थेलो यांनीही याच विषयावर संशोधन केलें होतें. त्यांनी ज्या पद्धतीने संशोधनाचा हा विषय हाताळला होता, तीच पद्धत सॅवॅटिअरनेहि वापरली होती. याच संशोधनविषयांत नव्हे तर यानंतरहि सॅवॅटिअरने केलेल्या संशोधनांत मार्सेलिन वर्थेलो यांच्या शिक्षणपद्धतीचा प्रभाव दिसून येतो.

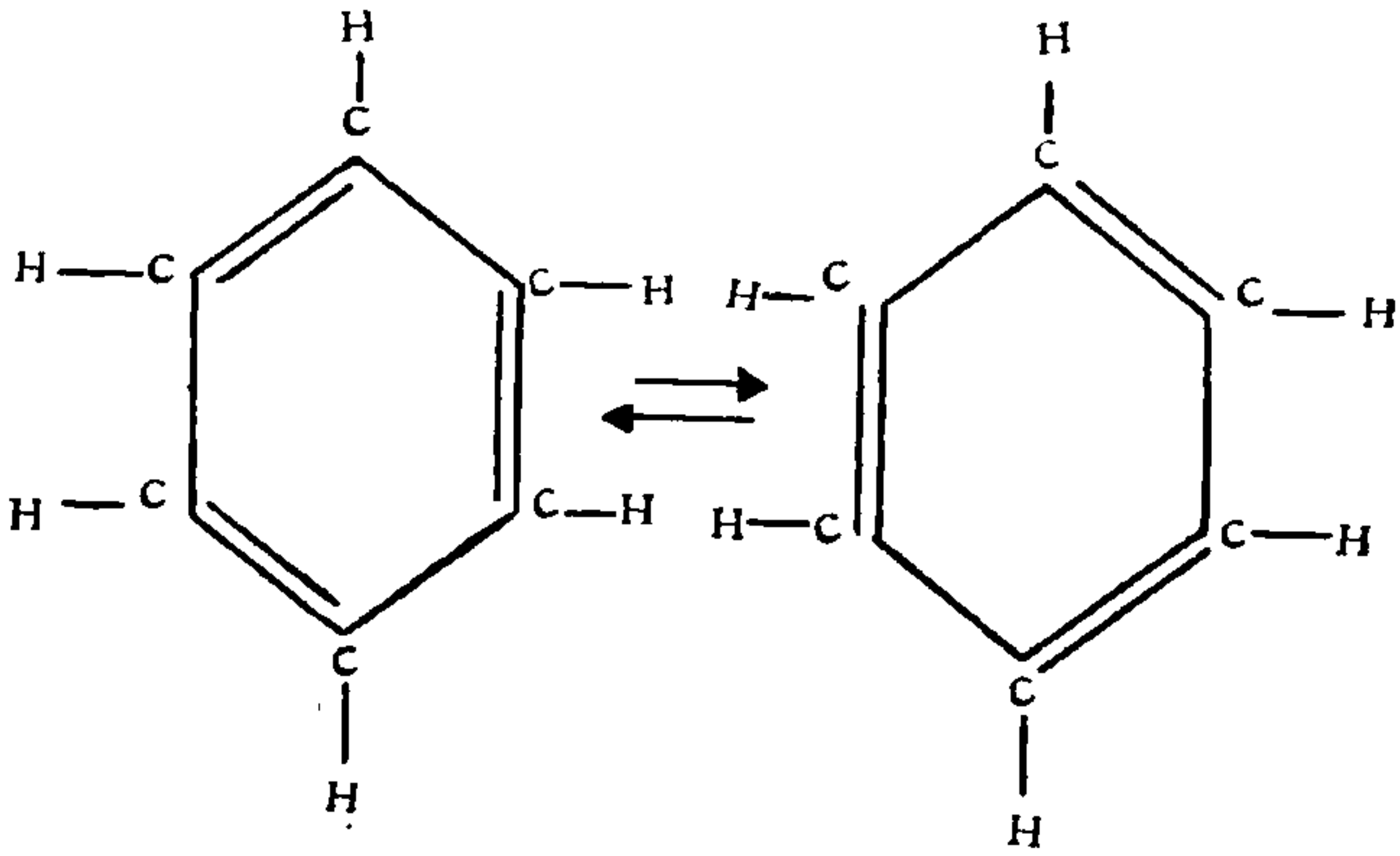
अल्कोहोल वाष्परूपांत तप्त लोखंडावरून नेल्यास त्यापासून ॲसिटिलीन वायु मिळतो असें वर्थेलोने शोधून काढलें होतें. ॲसिटिलीनमध्ये दोन कार्बनचे अणु व दोन उदजनाचे अणु असतात. कार्बन अणूची संयुज्यता संपूर्णपणे वापरली गेली तर एका कार्बन अणूचा चार उदजनाच्या अणूशी संयोग होऊन, मिथेन वायु मिळतो. ज्या वेळीं दोन कार्बन अणु एकमेकाला जोडलेले असतात व त्यांची संयुज्यता संपूर्ण वापरली जाते त्या वेळीं दोन कार्बन अणूंत सहा उदजनाच्या अणूशी संयोग होऊन इथेन वायु मिळतो. त्याशिवाय दोन कार्बन अणु व चार उदजन अणु मिळून झालेला इथिलीन वायु असतो. इथेन, इथिलीन व ॲसिटिलीन त्यांची तुलना केल्यास असें दिसतें की, ॲसिटिलीन किंवा इथिलीन वायूमध्ये असणाऱ्या कार्बन अणूची संयुज्यता पूर्णपणे वापरली गेली नाही. ज्या वेळीं कार्बन अणूची संयुज्यता संपूर्णपणे वापरली जात नाही, त्या वेळीं ॲसिटिलीन किंवा इथिलीनसारख्या संयुक्तास अनसॅचुरेटेड संयुक्त म्हणतात. इथेनच्या मानाने इथिलीनमध्ये उदजनाचे अणु कमी असतात व दोन कार्बन

अणूंच्या फक्त तीन तीनच संयुज्यता वापरल्या जातात. हें दर्शविण्यासाठी इथिलीनचें सूत्र लिहितांना, त्यांतील दोन कार्बनअणूंमध्ये दोन रेषा काढून तो पदार्थ अन्सॅचुरेटेड आहे असें दाखवितात ($H_2C=CH_2$). अॅसिटिलीनमध्ये इथिलीनपेक्षा उदजन अणूंची संख्या कमी आहे व त्यांतील कार्बन अणूंच्या फक्त दोन दोनच संयुज्यता वापरल्या जातात. हें दर्शविण्यासाठी अॅसिटिलीनचें सूत्र लिहितांना, त्यांतील दोन कार्बन अणूंमध्ये तीन रेषा काढून, तो पदार्थ इथिलीनपेक्षा जास्त अन्सॅचुरेटेड आहे असें दर्शवतात. अॅसिटिलीनमध्ये उदजनाच्या अणूचा समावेश करून घेणें शक्य झाल्यास त्यापासून प्रथमतः इथिलीन मिळतें. इथिलीनमध्ये पुनः उदजन अणूचा समावेश करून इथेन वायु मिळवितां येतो. एखाद्या पदार्थांमध्ये उदजन अणूंचा समावेश करून घेण्याच्या कृतीस 'उदजनीकरण' म्हणतात.

१८९७ मध्ये सॅवॅटिअर आणि त्यांचे सहकारी अॅबे जीन वॅण्टिस्ट सेन्डरेन्स यांना असें आढळून आले की, अॅसिटिलीनसारख्या अन्सॅचुरेटेड पदार्थांचें उदजनीकरण करण्याचें कार्य धातूच्या बारीक चूर्णाच्या सान्निध्यांत घडवून आणतां येतें. याकरिता वापरायचें धातूचें चूर्ण, त्या धातूच्या क्षारापासून किंवा प्राणिदापासून तयार करावें लागतें व ताजें असतांनाच वापरावें लागतें. धातूचें चूर्ण तयार करून मध्ये वेळ गेल्यास धातूच्या पृष्ठभागावर हवेंतील वायूंचा व त्यांतल्या त्यांत ऑक्सिजनचा परिणाम होऊन, तो पृष्ठभाग बदलतो व नंतर उदजनीकरणास उत्तेजन देण्याचें कार्य त्यांच्याकडून पूर्वीइतक्या तत्परतेने होत नाही.

या बाबतींत बेन्झिन व उदजन वायु यांमध्ये होणारी प्रक्रिया मुद्दाम अभ्यास करण्यासारखी आहे. बेन्झिन या पदार्थाचें स्वरूप मिथेन किंवा इथेनच्या स्वरूपाहून भिन्न आहे. बेन्झिनमध्ये सहा कार्बन अणु एकमेकांस जोडून षट्कोणाकृति बंदिस्त साखळी किंवा अनामिका तयार

झालेली असते, व या सहा कार्बन अणूंपैकी प्रत्येक कार्बन अणु एकेका उदजन अणूस जोडलेला असतो. सहा कार्बन अणू एकमेकांस असे जोडले जातात की, त्यांच्या षट्कोणाकृति अनामिकेंत तीन डबल बॉन्ड असतात, व तीन साधे असतात, व त्यांचें स्वरूप सारखें बदलत असतें. सूत्ररूपाने हीच गोष्ट खाली दिल्याप्रमाणे दाखवितां येईल.



निकेल धातूच्या चूर्णाच्या सान्निध्यांत, बेन्झिनच्या उदजनीकरणाचा सॅबॅटिअरने अभ्यास केला व असें दाखवून दिलें की, उदजनीकरणाने कार्बन अणूंची षट्कोणाकृति बंदिस्त साखळी न मोडतां तशीच राहते, व बेन्झिनच्या एक व्यूहाणूचे, सहा उदजन अणु सामावल्याकारणाने हेक्झा हायड्रो बेन्झिनमध्ये रूपांतर होतें. या हेक्झा हायड्रो बेन्झिनमध्ये एकहि डबल बॉन्ड नसतो.

प्रख्यात फ्रेंच शास्त्रज्ञ मॉयसाँ पॅरिसमधील सॉबॉन विद्यापीठांत प्रमुख-पदावर होते. त्यांच्या निधनानंतर त्यांच्या जागेवर सॅबॅटिअर यांची नियुक्ति व्हावी असें ठरलें होतें. पण टुलोज सोडून पॅरिसला जाण्याचा वेत सॅबॅटिअरला पसंत नव्हता. त्यामुळे अखेरपर्यंत त्यांचें वास्तव्य टुलोज शहरीं होतें.

शेतकीविषयक रसायनशास्त्र, सेन्द्रिय रसायन व त्यांतल्या त्यांत निर-
निराळ्या प्रक्रियांचें उत्तेजनीकरण कॅटालिसिस इत्यादि विषयांवर त्यांनी
पुस्तकें लिहिलीं आहेत. उदजनीकरण व प्रक्रियांचें उत्तेजनीकरण ह्या
दोन विषयांत त्यांनी उत्कृष्ट दर्जाचें संशोधन करून ठेवलें आहे.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेले संशोधन

मॉयसाँ आणि मोरॉ यांनी निकेल, कोबाल्ट, लोह व प्लॅटिनम या
धातूंच्या चूर्णांच्या सान्निध्यांत, सौम्य उष्णतामान ठेवून अॅसिटिलीन वायु
खेळवला तेव्हा ते धातु तप्त होऊन, धगधगू लागतात असें त्यांना
आढळलें. या प्रयोगामध्ये अॅसिटिलीनचें विघटन होऊन, कार्बन व
उदजन एकमेकांपासून अलग होतात असा मॉयसाँचा तर्क होता. हें
विघटन चालू असतांनाच, अॅसिटिलीनचें बेन्झिन व तत्सम अॅरोमॅटिक द्रव
पदार्थांत रूपांतर होत होतें. (ज्यांत कार्बनच्या त्रिदिस्त साखळ्या किंवा
अनामिका असतात त्यांना अॅरोमॅटिक पदार्थ म्हणतात.) मॉयसाँने केलेल्या
या प्रयोगाचें विवेचन, सॅवॅटिअरच्याच शब्दांत पुढे दिले आहे. कारण
त्या विवेचनांत त्याच्या संशोधनाचें सार मिळतें.

“ निकेल, कोबाल्ट, लोह व प्लॅटिनम या धातूंच्या चूर्णांच्या सान्निध्यांत
अॅसिटिलीन वायु खेळविण्याचा, मॉयसाँचा प्रयोग माझ्या वाचनांत आला,
त्या वेळीं मला वाटलें आणि अजूनहि वाटतें की, प्लॅटिनम धातूंच्या
चूर्णामुळे या रासायनिक क्रियेचें जें उत्तेजनीकरण होतें, तो प्रकार कांही
साधा नाही.

प्लॅटिनम धातूंच्या पृष्ठभागावर केवळ अॅसिटिलीन वायु जमा होत
राहिल्याने (Absorptive झाल्याने), त्या चूर्णांचें उष्णतामान चढतें
इतका तो साधा प्रकार नाही. धातूंच्या पृष्ठभागावर असलेल्या अॅसिटिलीन
वायुर्चाच रासायनिक प्रक्रिया सुरू होते, व या रासायनिक प्रक्रियेमुळे
जी उष्णता बाहेर पडते त्यामुळे प्लॅटिनम धातूचें चूर्ण धगधगू लागतें.

विक्टर ग्रिनार्ड व पॉल सॅबॅटिअर

मॉयसाँ आणि मोरॉ यांचे प्रयोग पुनः करून पाहिल्यानंतर मला असे वाटू लागले. की, असिटिलीन वायूच्या विघटनाच्या मुळाशी, प्लॅटिनम-धातूचें असिटिलीनबद्दल किंवा तो असिटिलीन वायु ज्या कार्बन व उदजनच्या अणूपासून झाला आहे, त्या अणूबद्दल असलेलें आकर्षण असलें पाहिजे. असिटिलीन वायूतील कार्बन किंवा उदजन अणु प्लॅटिनमने आकर्षित केल्याने त्या वायूचें विघटन घडून येत असावें.

अशा तऱ्हेच्या उत्तेजनीकरणावर पुढे संशोधन चालू ठेवण्याचा विचार नसल्याची, मी मॉयसाँकडून खात्री करून घेतली, व त्यांच्या प्रयोगासारखा प्रयोग मी सेन्डरेन्स यांच्या साहाय्याने इथिलीन वायूबरोबर करून पाहिला. निकेल, कोबाल्ट किंवा लोह यांच्या क्षारापासून तयार केलेलें धातूचें ताजें चूर्ण, तीनशे अंशांच्या आसपास ठेवून, त्यावरून इथिलीन वायु खेळविल्यास, धातूचें चूर्ण धगधगीत दिसायला लागून, इथिलीन वायूचें विघटन झाल्यासारखें वाटलें. पण या प्रसंगीं मिळणारा वायु उदजन नसून इथेन असल्याचें आम्हांला दिसून आलें. हा इथेन वायु विघटन न झालेल्या इथिलीनचें उदजनीकरण झाल्यावांचून मिळालेला नव्हता. या उदजनीकरणाला उत्तेजन देण्याचें कार्य धातूच्या चूर्णाकडून घडून आलें होतें. याच उदजनीकरणावर जास्त प्रयोग केल्यानंतर आम्हांला असें आढळून आलें की, इथिलीन आणि उदजन या वायूंचें मिश्रण निकेल धातूच्या चूर्णावरून खेळविल्यास, इथिलीनचें इथेनमध्ये रूपान्तर होतें, व या उदजनीकरणाच्या प्रक्रियेस उत्तेजन देण्याचें कार्य निकेल धातूच्या चूर्णाकडून अव्याहतपणें चालू राहतें.

१९०० सालापर्यंत सेन्द्रिय पदार्थांच्या उदजनीकरणाचें व धातूंच्या चूर्णांच्या साहाय्याने त्यांच्या उत्तेजनीकरणाचें वरेचसे प्रयोग केल्यानंतर, हे प्रयोग निश्चितपणें यशस्वी करतां येतात याची आमची खात्री झाली. यानंतर सेन्डरेन्स यांच्या साहाय्याने मी बेन्झिनचें वाष्प

१८०° सेन्टिग्रेडपर्यंत तापवलेल्या निकेल धातूच्या चूर्णावरून खेळवून, त्याचें सायकलो हेक्झेन किंवा हेक्सा हायड्रोबेन्झिनमध्ये रूपांतर केलें. या सर्व प्रयोगांच्या अभ्यासावरून सेन्द्रिय पदार्थांचें उदजनीकरण करण्याचीं व त्या उदजनीकरणाचें धातूंच्या चूर्णांच्या सान्निध्यांत उत्तेजनीकरण करण्याचीं मूलतत्त्वे आम्ही ठरविलीं व त्यांना १९०१ सालीं प्रसिद्धि दिली.

आम्ही प्रसिद्ध केलेल्या तत्वांचें सार थोडक्यांत पुढे म्हटल्याप्रमाणे सांगतां येईल : सेन्द्रिय पदार्थांचें वाष्प व उदजन वायु यांचें मिश्रण, नवीनच तयार केलेल्या निकेल धातूच्या चूर्णावरून, योग्य तें उष्णतामान ठेवून खेळविल्यास त्या सेन्द्रिय पदार्थांचें उदजनीकरण होतें. उदजनीकरण करण्याची ही गुरुकिल्ली मिळाल्यावर आम्ही ओलेइक अम्लाचें उदजनीकरण करण्याचा प्रयत्न केला. त्या वेळीं आम्हांला ओलेइक अम्लापासून स्टिअॅरिक अम्ल मिळालें. ओलेइक अम्ल द्रव असून तें एक अनसंचु-रेटेड संयुक्त आहे तर स्टिअॅरिक अम्ल घन असून, त्यांत कार्बनच्या सर्व संयुज्यता वापरल्या गेल्या आहेत.

निकेल धातूच्या चूर्णांच्या सान्निध्यांत हांणारी उदजनीकरणाची रासायनिक प्रक्रिया ओलेइक अम्लाच्याच वावतींत घडून येते असें नसून, वनस्पति तेलांच्याहि वावतींत लागूं पडतें. ओलेइक अम्ल व ग्लिसरिन यांचे व्यूहाणु एकत्र येऊन वनस्पति तेलाचा व्यूहाणु बनत असतो. वनस्पति तेलाचें उदजनीकरण केल्यास, त्या तेलाचें घन पदार्थांत रूपांतर होतें. उदजनीकरणाच्या याच पद्धतीचा अवलंब करून, इंग्लंड, जर्मनी इत्यादि पाश्चिमात्य देशांमध्ये मार्गरिन हा लोकांच्या दररोज खाण्यांत येणारा पदार्थ तेलापासून तयार करतात. पाश्चिमात्यांच्या खाण्यांत लोणी असल्याने तेलाच्या उदजनीकरणाने मिळणारा घन पदार्थ, दिसण्यास तरी लोण्यासारखा दिसावा याची काळजी घेतात. उदजनीकरण झालेल्या तेलास

मार्गरिन म्हणतात. हिंदुस्थानासारख्या देशांत लोण्यापेक्षा तूप खाण्याचा प्रघात असल्याने, तेलाचें उदजनीकरण अशा पद्धतीने घडवून आणतात की, उदजनीकरण झालेलें तेल तुपासारखें दिसतें. त्यालाच डालडा, वनस्पति इत्यादि नांवे आहेत. ”

ग्रिनार्ड व सॅबॅटिअर यांच्या संशोधनाचे परिणाम

ग्रिनार्ड रसायन वापरून निरनिराळे सेन्द्रिय पदार्थ बनविण्याच्या कृति व सॅबॅटिअरच्या पद्धतीप्रमाणे निरनिराळ्या सेन्द्रिय पदार्थांचें उदजनीकरण घडवून आणण्याची कृति, गेलीं जवळ जवळ पन्नास वर्षे सेन्द्रिय रसायनामध्ये व अनुषंगाने उद्योगधंद्यांत वापरल्या जात आहेत. अल्कल हलाईडचा मॅग्नेशियम धातूरोवर संयोग घडवून आणून ग्रिनार्ड रसायन मिळतें. साधारणतः मॅग्नेशियम् धातूला क्लोरिन, ब्रोमिन यासारख्या हॅलोजन वर्गातील मूलतत्त्वाबद्दल आकर्षण असतें, ग्रिनार्ड रसायनामध्ये हॅलोजन अणूशीं संयोग झालेल्या मॅग्नेशियम अणूचा, मिथाइल, यासारख्या अल्कल अणुसमूहाशीं संयोग घडवून आणलेला असतो. ग्रिनार्ड रसायनाच्या जोडीला ईथर असल्यास रासायनिक क्रिया झटकन घडून येते. ईथरच्या व्यहाणूमध्ये असलेल्या ऑक्सिजन अणूबद्दल मॅग्नेशियमला जें आकर्षण असतें त्यामुळे हा प्रकार घडतो असा समज आहे. ईथरमध्ये असलेल्या ऑक्सिजन अणूपेक्षा जास्त प्रभावी किंवा जास्त क्रियाशील ऑक्सिजन अणु एखाद्या सेन्द्रिय पदार्थांत असला तर, रासायनिक क्रिया घडवून आणण्याच्या दृष्टीने ग्रिनार्ड रसायन जास्तच प्रभावी ठरतें. रासायनिक क्रिया घडवून आणण्याच्या दृष्टीने ग्रिनार्ड रसायन अत्यंत क्रियाशील आहे. व त्यामुळे तें रसायन वापरून निरनिराळे सेन्द्रिय पदार्थ तयार करता येतात. कार्बन व उदजन या दोनच मूलतत्त्वांच्या संयोगाने मिळालेल्या हायड्रोकार्बन वर्गातील संयुक्तांवर ग्रिनार्ड रसायनाचा प्रयोग केला तर अम्लवर्गातील पदार्थ मिळतात. त्या उलट स्निग्ध पदार्थांत असणाऱ्या

कार्बनच्या लांबलचक साखळीच्या अम्लांवर, ग्रिनार्ड रसायनाचा प्रयोग केल्यास, त्या अम्लाचें तशाच तऱ्हेची लांबलचक साखळी असलेल्या अल्कोहोलमध्ये रूपांतर होतें. ग्रिनार्ड रसायनाच्या निरनिराळ्या सेन्द्रिय द्रव्यांशीं घडून येणाऱ्या संयोगाचा पद्धतशीर अभ्यास झाल्यानंतर, ज्या पद्धतीने व ज्या क्रमाने ग्रिनार्ड रसायन, नवीन संयुक्तें तयार करतें त्या-संबंधीचे नियम सांगतां येऊं लागले. या नियमांच्या आधारेणें ग्रिनार्ड रसायन वापरून मिळणाऱ्या पदार्थांची अणुरचना कशी असेल हें सांगण्यास मुळीच अडचण पडत नाही. औषधें, सुवासिक द्रव्यें व डेट- (Det) सारखीं धुलाईस उपयोगी पडणारीं 'डिटर्जन्ट' द्रव्यें ग्रिनार्ड रसायन वापरून मिळवितां येतात.

निकेल धातूच्या सूक्ष्म कणांच्या सान्निध्यांत सेन्द्रिय पदार्थांचिं उदजनीकरण घडवून आणण्याच्या सॅवॅटिअरच्या पद्धतींत, निकेल, उदजन व ज्यांत कार्बनची संयुज्यता संपूर्णपणे वापरली गेली नाही असा अन्सॅचुरेटेड सेन्द्रिय पदार्थ या तिहींचें मिळून अत्यंत अस्थिर स्वरूपाचें संयुक्त बनतें, व त्या संयुक्ताचें रूपांतर ज्यांत कार्बनची संयुज्यता संपूर्णपणे वापरली गेली आहे अशा सॅचुरेटेड द्रव्यामध्ये होतें. म्हणजे थोडक्यांत सॅवॅटिअरची पद्धत अन्सॅचुरेटेड सेन्द्रिय पदार्थांचिं सॅचुरेटेड सेन्द्रिय पदार्थांत रूपांतर करण्यास उपयोगी पडते. सॅवॅटिअरच्या पद्धतीचा शोध लागल्यानंतर, तिचा उपयोग वनस्पतिजन्य तेलापासून लोणी किंवा तुपासारख्या दिसणाऱ्या मार्गरिन किंवा डालडा यांसारखीं उदाजनित तेलें मिळविण्यासाठी होती, याचा उल्लेख याआधीच केला आहे.

ग्रिनार्ड रसायन तयार करण्यासाठी मॅग्नेशियम धातूच्या चूर्णाचा उपयोग करतात, तर सॅवॅटिअरच्या पद्धतीने उदजनीकरण करण्यासाठी निकेलच्या चूर्णाचा उपयोग करतात. यानंतर याच विषयांत संशोधन केलेल्या शास्त्रज्ञांनी इतर धातु वापरून ग्रिनार्ड रसायनाइतकी रासायनिक

क्रिया घडवून आणण्याची तत्परता व कार्यक्षमता असलेलीं रसायनें तयार करण्याचा प्रयत्न केला; व उदजनीकरणास उत्तेजन देण्याचें कार्य इतर धातूंच्या चूर्णाकडून होणें शक्य आहे की नाही याचा सखोल अभ्यास केला. ग्रिनार्डच्या मॅग्नेशियम् अल्कल हलाइडइतका निरनिराळ्या रासायनिक क्रियांत भाग घेण्याची कार्यक्षमता व तत्परता असलेला रासायनिक पदार्थ बरेचसे प्रयत्न करूनहि शास्त्रज्ञांना बनवितां आला नाही. नाही म्हणायला मॅग्नेशियमएवजी लिथियम धातु वापरून बनविलेल्या लिथियम अल्कल हलाइडची कार्यक्षमता जवळ जवळ ग्रिनार्ड रसायनाइतकी असते.

उदजनीकरणास उत्तेजन देण्याचें कार्य दुसऱ्या कांही धातूंच्या चूर्णाकडून होतें. पण त्यांना निकेल चूर्णाची कार्यक्षमता नाही. त्यामुळे उदजनीकरण करायचें म्हटल्यास तें निकेल चूर्णाच्या सान्निध्यांतच केलें पाहिजे असा गेल्या पन्नास वर्षांतच प्रघात पडला आहे. उदजनीकरणासाठी निकेल धातु उत्कृष्ट आहे हें ठरल्यानंतर निकेल धातूच्या कणांची कार्यक्षमता जास्तींत जास्त वाढवण्याच्या दृष्टीने शास्त्रज्ञांचे सारखे प्रयत्न चालू आहेत. त्यामुळे उदजनीकरणाकरिता लागणारें चूर्ण बनविण्याचीं निरनिराळीं पेटंट्स किंवा संरक्षित पद्धति आपल्याला आढळतात.

प्रयोगशाळांतील संशोधनासाठी किंवा सेन्द्रिय द्रव्यांच्या कारखान्यांतील उत्पादनासाठी, ग्रिनार्ड रसायनाचा व सॅवॅटिअरच्या पद्धतीचा खूपच उपयोग झाला.

—:०:—

२०५५

२०५५

२०५५

: १९१३ :

आल्फ्रेड वर्नर

☆ (१८८६-१९१९)

☆ चरित्र

☆

☆

☆

विल्हेल्म ओस्टवाल्ड व अँडॉल्फ फॉन वायर या महान संशोधकांप्रमाणेच आल्फ्रेड वर्नरने लहान वयांतच रासायनिक प्रयोग करून पाहण्यास सुरुवात केली. प्रयोग

करण्यास सुलभ जावें या हेतूने त्याने आपल्या मुल्हॉसेनमधील घरामध्ये एक लहानशी प्रयोगशाळा तयार करवून घेतली. कार्ल्सरुहे विद्यापीठामध्ये असतांना त्याला रसायनशास्त्राची गोडी लागली व त्याने त्या शास्त्राच्या अभ्यासास सुरुवात केली. कार्ल्सरुहेहून झुरिचला गेल्यानंतर देखील त्यांचा त्याच विषयाचा अभ्यास चालू होता. झुरिचला त्याने आर्थर हॉट्झ यांच्या हाताखाली संशोधनाची दीक्षा घेतली. हॉट्झ यांनी कांही नत्रयुक्त पदार्थ संशोधनार्थ अभ्यासिले होते. या पदार्थांचे विश्लेषण केल्यास त्यांतील कार्बन, नायट्रोजन, हायड्रोजन इत्यादि मूलतत्त्वांचे एकमेकांशीं प्रमाण एकच असलें तरी त्या पदार्थांचे

“ व्यूहाणूतील निरनिराळे अणु एकमेकांशीं कसे संलग्न असतात याबद्दल नवीन विचारसरणी मांडल्याबद्दल नोबेल पारितोषिक. या विचारसरणीमुळे व्यूहाणूंच्या रचनेसंबंधी योग्य कल्पना आली, इतकेंच नव्हे तर निरिंद्रिय रसायनशास्त्रामध्ये या कल्पनांमुळे संशोधनाचें एक नवीन दालन उघडलें गेलें. ”

गुणधर्म एकमेकांपासून अगदी भिन्न होते. मूलतत्त्वांचें एकमेकाशीं एकच प्रमाण पण भिन्न गुणधर्म अशा सेन्द्रिय पदार्थांना 'आयसोमर' म्हणतात. वर्नरने हॉट्ट्लच्या संशोधनाचें क्षेत्र जास्त व्यापक केलें, व बऱ्याचशा आयसोमरचा अभ्यास करून, ते कसे तयार होत असावेत याबद्दलची उपपत्ति १८९० सालीं मांडली. या त्याचा संशोधनावद्दल त्यास डॉक्टरेट मिळाली. व्हॅट्ट्हॉफची कार्बनच्या संयुज्यतेबद्दलची उपपत्ति आधारभूत धरून, तत्सदृश उपपत्ति नायट्रोजन अणूस लावण्याचा त्याने प्रयत्न केला होता.

अशा रीतीने व्यूहाणुविषयक संशोधनास त्याने सेन्द्रिय रसायनापासून सुरुवात केली असली तरी लवकरच त्याचें लक्ष निरिन्द्रियरसायनांतील व्यूहाणुकडे वळलें व त्याने १८९३ पासून त्या विषयावर निबंध लिहिण्यास सुरुवात केली, व तत्संबंधी त्याने नाही म्हटलें तरी वीस निबंध प्रसिद्ध केले आहेत. ज्यांच्या व्यूहाणूंना क्लिष्ट व्यूहाणु (Complex Molecules) वर्गांत घालतात अशा संयुक्तांचे प्रकाश व विद्युद्विषयक गुणधर्म अभ्यासून, अशा क्लिष्ट व्यूहाणूंची रचना कशी असावी याबद्दल त्याने विचार करण्यास सुरुवात केली. अणु एकमेकाशीं कसे संलग्न होतात याचें चित्र डोळ्यासमोर येण्यास भूमितीचा व त्यांतल्या त्यांत त्रिमितीचाच जास्त उपयोग होतो. अणूंच्याऐवजी लहान लहान लाकडी गोठ्या घेऊन त्या एकमेकीशीं तारेने जोडीत गेलें तर व्यूहाणु कसा असू शकतो याचा एक नमुना आपल्या डोळ्यासमोर उभा राहतो. सोडियम क्लोराइडसारख्या साध्या व्यूहाणूचा नमुना तयार करणें फार सोपें आहे. सोडियम अणूऐवजी एक गोठी व क्लोरिन अणूऐवजी दुसरी गोठी घेऊन, त्या दोहोंना जोडणाऱ्या रासायनिक वंधाऐवजी या दोन गोठ्या तारेने एकमेकीस जोडल्या तर सोडियम क्लोराइडचा नमुना तयार होतो. ज्या वेळीं व्यूहाणूची रचना क्लिष्ट होत जाते त्या वेळीं त्या

व्यूहाणूचा नमुना किंवा मॉडेल इतक्या सुलभ रीतीने तयार करतां येत नाही. त्यासाठी अणूऐवजी घेतलेल्या गोठ्यांची त्रिमितीमध्ये रचना करावी लागते. क्लिष्ट व्यूहाणूंचे किंवा मॉडेल तयार केल्यानंतर व्यूहाणुमधील कार्बन, हायड्रोजन व नायट्रोजन इत्यादि घटक मूलतत्त्वांचें एकमेकाशीं प्रमाण एकच असलें तरी भिन्न गुणधर्म कसे येतात हें नीट सांगतां येतें. सर्वसाधारण बुद्धिमत्तेच्या मनुष्यास अशा तऱ्हेचे नमुने किंवा मॉडेल केल्याशिवाय आयसोमरचा अभ्यास करणें कठिण जातें. पण वर्नरची कल्पनाशक्ति इतकी तीव्र होती की, कोणत्याहि व्यूहाणूचा नमुना तयार न करता त्याने आयसोमरच्या रचनेचें गूढ चटकन उकळून दाखविलें. कोबाल्ट, क्रोमियम व ज्होडियम या धातूंच्या ऑक्झॅलिक अम्लाबरोबरील क्लिष्ट संयुक्तांचा अभ्यास केल्यानंतर त्याला असें आढळून आलें की, त्यांपैकी कांही व्यूहाणूंचें प्रतिबिंब मूळ व्यूहाणूसारखें असत नाही; म्हणजे उजव्या हाताचें प्रतिबिंब आरशांत पाहिल्यास जसें डाव्या हातासारखें दिसतें किंवा डावा व उजवा हात एकमेकांचीं प्रतिबिंबे असतात तसा प्रकार या व्यूहाणूंच्या बाबतींत होतो, असें वर्नरला आढळून आलें. कार्बनच्या संयुक्तांमध्ये ज्या वेळीं असा प्रकार दिसून येतो त्या वेळीं तें संयुक्त दृक्परिवर्तन करण्यास समर्थ असल्याचें दिसून येतें. म्हणजे दृक्परिवर्तन करण्याची शक्ति व व्यूहाणूंतील प्रमाणबद्धतेचा अभाव किंवा अप्रमाणबद्धता या गुणधर्मांचा एकत्र विचार करणें जरूर पडतें. कार्बनच्या संयुक्तांचा व्यूहाणु अप्रमाणबद्ध असला तर असला व्यूहाणु दृक्परिवर्तन करूं शकतो यावरून वर्नरने असा तर्क काढला की कोबाल्ट, क्रोमियम किंवा ज्होडियम यांच्या संयुक्तांच्या व्यूहाणूमध्ये प्रमाणबद्धतेचा अभाव असला तर त्या त्या संयुक्तांचे व्यूहाणु दृक्परिवर्तन करूं शकतील. वर्नरचा हा कयास अशा व्यूहाणूंचें परीक्षण करूं पाहतां खरा ठरला.

१८९५ मध्ये म्हणजे वयास पुरीं तीस वर्षे होण्याच्याहि अगोदर झुरिच-

मधील टेक्निकल हायस्कूलमध्ये त्याची प्राध्यापक म्हणून नेमणूक झाली. त्या ठिकाणी त्याच्या प्रयोगशाळेत एकाच वेळी पंचवीस एक विद्यार्थी पीएच्. डी. पदवीसाठी संशोधन करीत असत. पुढे १९०९ मध्ये त्याच्या संशोधनाचा व्याप ध्यानांत घेऊन, त्याच्यासाठी एका स्वतंत्र संस्थेची झुरिच येथे उभारणी करण्यांत आली. त्या ठिकाणी त्याने १९१५ पर्यंत संशोधन करण्याचें कार्य केलें. १९१५ सालापासून त्याची प्रकृति ढासळत जाऊन, १९१९ मध्ये त्याचा अंत झाला.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें कार्य

नोबेल पारितोषिक घेतल्यानंतर, वर्नरने एका व्याख्यानांत आपल्या संशोधनाची माहिती दिली. त्या व्याख्यानाच्या आधारे वर्नरचें कार्य त्याच्याच शब्दांत पुढे दिलें आहे :

“संयुज्यतेच्या जुन्या कल्पनेप्रमाणे अणु एकत्र येऊन संयुक्त झाले असले तरी त्या अणूमध्ये थोडीशी संयुज्यताशक्ति असते; व त्यामुळे अशीं संयुक्तें दुसऱ्या संयुक्तांशीं किंवा अणूशीं संयोग पावूं शकतात. हा प्रकार इतक्या वेळां घडून येतो की, संयुक्तें एकत्र येऊन पुनः नवीन संयुक्त बनते हें मान्य करूनच आपण नव्या उपपत्तीचा विचार केला पाहिजे. यासंबंधी विचार करतांना एक प्रश्न डोळ्यापुढे येतो आणि तो म्हणजे एखाद्या क्लिष्ट व्यूहाणूचा विचार केल्यास त्यामध्ये असणाऱ्या मुख्य अणूभोवती किती अणु किंवा अणुसमुदाय जोडले जातात हा होय. ज्या मुख्य अणूला असे अणुसमुदाय जोडले जातात त्या अणूच्या गुणधर्मावर अशा अणुसमुदायाची संख्या ठरते. आतापर्यन्तच्या अनुभवावरून जास्तीत जास्त चार, सहा किंवा आठ अणुसमुदाय एखाद्या अणूला जोडले जातात असें दिसून आलें आहे. हे अणुसमुदाय प्रमाणबद्धरीत्या मुख्य अणूभोवती जोडावयाचे म्हणल्यास त्यांचें एकमेकांपासूनचें अंतर सारखें असायला पाहिजे. अणुसमुदायांची अशी रचना करीत असतांना,

आपण हेंहि ध्यानांत ठेवलें पाहिजे की, या अणुसमुदायांपैकी कांहींच्या-मुळे मध्यअणूची संयुज्यता पुरी केली जाते; व कांही त्या अणूभोवती फक्त जोडले गेलेले असतात. जोडले गेलेले अणुसमुदायसुद्धा संयुज्यतेच्या दृष्टीने स्वयंपूर्ण असतात असें नाही. कांही अणुसमुदायांच्या वावतींत थोडीवहुत संयुज्यता मागे राहिलेली असते. त्यामुळे या सर्व गोष्टी लक्षांत घेऊन क्लिष्ट व्यूहाणूंच्या रचनेचा विचार करणें भाग पडतें. या वावतींत आतापर्यन्त जें संशोधन झालें आहे त्यावरून मीं कल्पिलेल्या प्रथम दर्जाच्या संयुज्यतेमध्ये व दुय्यम दर्जाच्या संयुज्यतेमध्ये फारच थोडा फरक आहे. ज्या विशिष्ट पद्धतीने अणु एकमेकांस जोडले जातात ते प्रथम दर्जाच्या संयुज्यतेमुळे किंवा दुय्यम दर्जाच्या संयुज्यतेमुळे जोडले गेले असले तरी त्यांना जोडणारा दुवा सारखाच मजबूत असतो म्हणजे अणूंना जोडणाऱ्या दुव्याच्या मजबूतपणाचा विचार केल्यास प्रथम व दुय्यम दर्जाच्या संयुज्यतेत फरक करण्याचें कांही कारण नाही.

आतापर्यन्त आपण मध्यअणूभोवती किती अणू किंवा अणुसमुदाय जोडले जाऊं शकतात या गोष्टीचा विचार केला. आता आपण हे अणुसमुदाय मध्यअणूभोवती कोणत्या तऱ्हेने जोडले गेले पाहिजेत याचा विचार केला पाहिजे. बऱ्याच वेळा सहा अणु किंवा अणुसमुदाय मध्यअणूला जोडलेले पाहण्यांत येतात, तेव्हा त्यांचा विचार करणें सोपें जाईल. त्याकरिता सहा अणु किंवा अणुसमुदाय वेगवेगळ्या तऱ्हेने मध्यअणूला जोडून, किती आयसोमर मिळतात याचा आपण विचार केला पाहिजे. व्यूहाणूंतील मूलतत्त्वांचें एकमेकांशीं एकच प्रमाण असून, भिन्न गुणधर्म असलेल्या व्यूहाणूंना एकमेकांचे आयसोमर म्हणतात. व्यूहाणूंतील निरनिराळ्या मूलतत्त्वांच्या अणूंचें परस्परांशीं एकच प्रमाण असून, व्यूहाणूंचे गुणधर्म भिन्न कां असावेत याचा विचार केल्यास, मध्य अणुसमुदाय जोडलेले असतात, त्यांच्या रचनेंत भिन्नता असते असें दिसून येतें. प्लॅटि-

नम्, कोबाल्ट व क्रोमियम् या धातूंच्या क्लिष्ट व्यूहाणूंचा व त्यांच्या आयसोमरचा विचार करून, रचनाभेद ठरवावे लागतात. कित्येक वेळीं आयसोमरचे गुणधर्म इतके भिन्न असतात की, आयसोमरचें रंगरूपच एकमेकाकडून भिन्न दिसते. मध्य अणूला जोडलेले अणुसमुदाय जर एकमेकापासून भिन्न असले तर ते अणुसमुदाय अशा तऱ्हेने जोडतां येणें शक्य आहे की अशा व्यूहाणूंचें प्रतिबिंब मूळ व्यूहाणूसारखें असू शकणार नाही. असा ज्या वेळीं प्रकार होईल त्या वेळीं आयसोमर तर मिळतीलच पण शिवाय व्यूहाणूमधील मध्यअणु प्रमाणवद्धरीत्या इतर अणुसमुदायाशीं संलग्न झाला नसल्याने अशा व्यूहाणूमध्ये दृक्परिवर्तनाचा गुणधर्म असल्याचें दिसून येईल. अशा वेळीं एक आयसोमर डाव्या तर दुसरा उजवा असतो म्हणजे एका आयसोमरमुळे दृक्परिवर्तन डाव्या बाजूस होतें तर दुसऱ्याचें उजव्या बाजूस होतें.

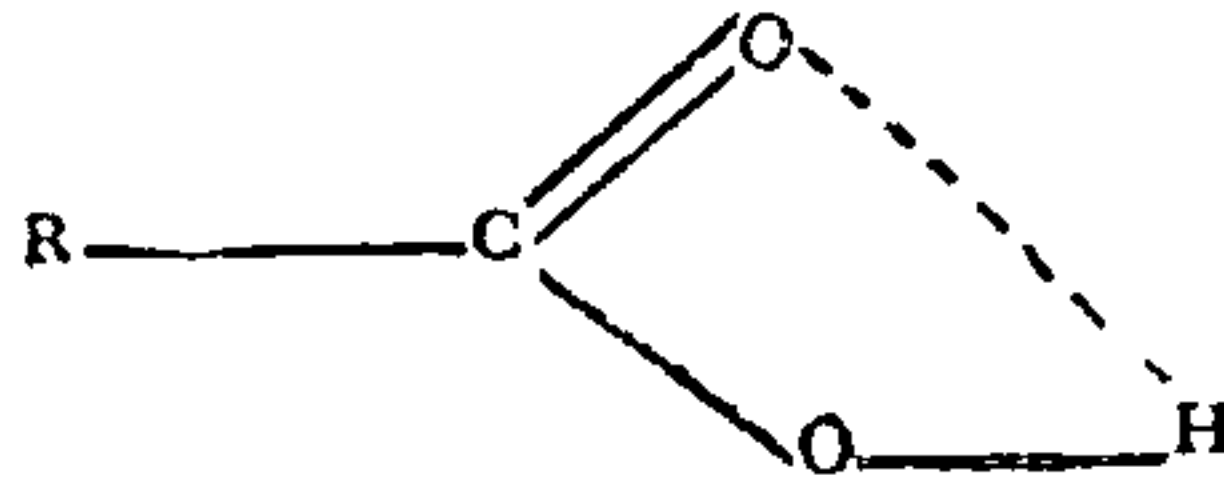
मध्यअणूस भिन्न अणुसमुदाय जोडलेले व्यूहाणु अशा रीतीने डाव्या व उजव्या आयसोमरचें मिश्रण असतात. अशा तऱ्हेच्या मिश्रणांतून डाव्या किंवा उजव्या दृक्परिवर्तनाचा गुणधर्म असणारे व्यूहाणु एकमेकांपासून अलग करण्याचा आम्ही प्रयत्न केला आहे आणि कित्येकदा त्या प्रयत्नांत आम्ही यशस्वीहि झालों आहोंत. त्यामुळे अशा व्यूहाणूंची रचना नक्की काय असावी हें आता आम्हांला नीट सांगतां येतें.”

संशोधनाचे परिणाम

संयुज्यतेविषयी वर्नरने एक नवीन उपपत्ति मांडली व प्राथमिक संयुज्यता व दुय्यम संयुज्यता असा भेद करून व्यूहाणूंच्या रचनेचें गूढ उकलण्याचा प्रयत्न केला. संयुज्यता भिन्न भिन्न असू शकते किंवा संयुज्यतेमध्ये प्राथमिक व दुय्यम दर्जाची असे भेद होऊ शकतात ही कल्पनाच शास्त्रज्ञांना मान्य नव्हती. पण सध्या संयुज्यतेविषयीच्या ज्या कल्पना आल्या आहेत व ऋणविद्युत्कण देऊन किंवा घेऊन किंवा ऋण

विद्युत्क्रणावर दोन अणूंचा समाइक हक्क मान्य करून संयुज्यता कार्य करूं शकते ही जी नवीन उपपत्ति आली आहे, त्या उपपत्तीच्या आधारे विचार करूं गेल्यास क्लिष्ट व्यूहाणूंची रचना वर्नरने सांगितल्याप्रमाणेच येते. वर्नरने संशोधन केल्यानंतर कित्येक वर्षांनी ऋणविद्युत्क्रणांच्या देण्याघेण्यावर किंवा समाइकपणे वापरण्यावर आधारलेलीं स्पष्टीकरणें शास्त्रज्ञांनी मांडलीं. हें ध्यानांत घेतल्यानंतर वर्नरने आपल्या कल्पना जवळ जवळ तीस वर्षे तरी अगोदर सुसूत्रपणे मांडल्या हें मान्य करावें लागतें.

संयुज्यतेविषयी जास्त संशोधन करणाऱ्या शास्त्रज्ञांमध्ये लायनस पॉलिंग हा शास्त्रज्ञ मोडतो. त्याच्या म्हणण्याप्रमाणे हायड्रोजन अणु कांही विशिष्ट परिस्थितींत दोन भिन्न अणूंकडे ओढला जातो; म्हणजे थोडक्यांत हायड्रोजन अणुमुळे त्याच्या दोन वाजूंस असलेल्या अणूंमध्ये एक प्रकारच्या संयुज्यतेचा बंध निर्माण होतो. त्यालाच ' हायड्रोजन बंध ' असें म्हणतात. एखादें सेंद्रिय अम्ल घेतल्यास त्याचा व्यूहाणु सूत्ररूपाने $R \cdot CO OH$



किंवा असा मांडला जातो. त्यापैकी हायड्रोजन अणु एका वाजूने ऑक्सिजन अणूशी संलग्न असतो व दुसऱ्या वाजूने तुटक रेषेने दर्शविल्याप्रमाणे दुसऱ्या ऑक्सिजन अणूशी जोडला जातो; म्हणजे दोन ऑक्सिजन अणूंमध्ये हायड्रोजन बंध निर्माण होतो. त्यामुळे सेंद्रिय अम्लाचे गुणधर्म अल्डेहाइड ($RC HO$) किंवा कीटोन- $(R_1 CO R_2)$ हून भिन्न असतात.

निरिंद्रिय रसायनामध्ये संयुज्यतेचा जो विचार झाला त्या विचाराच्याच आधारेणें सेन्द्रिय रसायनांतील व्यूहाणूंच्या गुणधर्मांचा विचार करण्यास मदत झाली. एकोणिसावें शतक संपेपर्यन्त निरिंद्रिय रसायनाविषयी असलेलें कुत्रहल कमी कमी होत होत जवळ जवळ नष्ट होत आलें होतें. त्याचें पुनरुज्जीवन करण्याच्या कामीं वर्नरच्या उपपत्तीचा उपयोग झाला. वर्नरच्या संशोधनामुळे ज्या नवीन तऱ्हेच्या तात्त्विक संशोधनास चालना मिळाली त्यामुळे सेन्द्रिय रसायनांतहि खूपच वेगळ्या तऱ्हेचें संशोधन झालें; व त्याचा परिणाम म्हणजे व्यूहाणूमधील अणु त्रिमितीमध्ये एकमेकांस कसे जोडावयाचे याचा विशेष अभ्यास करणारें त्रिमिति रसायन किंवा स्टिरिओ केमिस्ट्री हा रसायनशास्त्राचा एक महत्त्वाचा भाग ठरला.

सुवर्णाच्या किंवा प्लॅटिनमधातूच्या खनिजांतून सोनें किंवा प्लॅटिनम मिळविण्यासाठी, त्या धातूच्या अणूंचे क्लिष्ट व्यूहाणु बनवून ते व्यूहाणु मूळ खनिजापासून अलग करण्याच्या पद्धती उदयास आल्या. उदाहरणार्थ, पोटॅशियम सायनाइडचा उपयोग करून, खनिजापासून सुवर्ण मिळविण्याची पद्धत सुवर्ण क्लिष्ट व्यूहाणु बनवण्यावर आधारलेली आहे.

—:०:—

३२६६६

परिष्कार
२५.५३

: १९१४ :

थिओडोर विल्यम् रिचर्डस्

(१८६८-१९२८)

☆

☆

चरित्र

☆

☆

☆

अमेरिकेंतील पेन्सिल्वानिया संस्थानां-
तील जर्मनटाउन शहरां रिचर्डस्चा जन्म
झाला. त्याचे वडील चित्रकार म्हणून व
आई कवयित्री म्हणून प्रसिद्ध होती.

रासायनिक प्रयोगामध्ये निष्णात असा लौकिक रिचर्डस्ने लवकरच
मिळविला. त्याने आपला शिक्षणक्रम हार्वर्ड विद्यापीठांत पुरा केला.
हार्वर्ड विद्यापीठांत असतां त्याचे प्राध्यापक जोसिह पार्सन्स्कुक याने
ऑक्सिजनचा अणुभार नक्की करण्याचें ठरविलें व त्याविषयीचे प्रयोग
करण्याचें काम रिचर्डस्कडे दिलें. हायड्रोजनचा अणुभार एक आहे असें
धरून रिचर्डस्ने ऑक्सिजनचा अणुभार नक्की केला. त्याने ऑक्सिजनचा
नक्की ठरवलेला अणुभार १५.८६९ होता व त्यांत ± ०.००१७
एवढी चूक संभाव्य होती. ऑक्सिजनचा अणुभार हा विषय त्याने
पीएच्. डी. पदवीसाठी निवडला व त्या विषयावर एक सुदेसूद निबंध
तयार करून त्याने १८८८ मध्ये पीएच्. डी. पदवी मिळविली. त्यानंतर
त्याने पुढील शिक्षणासाठी जर्मनीस प्रयाण केलें व तेथील नामवंत
शास्त्रज्ञांच्या हाताखाली संशोधनशास्त्राची दीक्षा घेऊन तो १८९४ मध्ये

(“ बऱ्याचशा मूलतत्त्वांचा अणुभार अचूक ठरविल्याबद्दल
नोबेल पारितोषिक ”)

हार्वर्डला परतला. लवकरच त्याची त्या विद्यापीठामध्ये दुय्यम प्राध्यापक म्हणून नेमणूक झाली. तेथे असतांनाच १९०१ सालीं जर्मनीतील गॉटिन्जेन विद्यापीठाने प्राध्यापक म्हणून त्याची नेमणूक करण्याची तयारी दाखविली व त्यास जर्मनींत येण्याबद्दल खास आमंत्रणहि दिलें. परंतु आपल्या ज्ञानाचा फायदा मातृभूमीसच मिळावा या हेतूनें त्याने हें आमंत्रण नाकारलें. यानंतर हार्वर्ड विद्यापीठाने त्याची प्राध्यापक म्हणून नेमणूक केली व त्याला संशोधनास भरपूर वेळ मिळावा म्हणून त्याच्याकडे असलेलें अध्यापनाचें काम कमी केलें.

निरनिराळ्या मूलतत्त्वांचे अणुभार, उदासीनीकरणाच्या वेळीं बाहेर पडणारी उष्णता व ज्वलनाच्या वेळीं बाहेर पडणारी उष्णता ठरविण्यासाठी त्याने केलेल्या अचूक प्रयोगांसुळे त्याअगोदर मान्य असलेल्या माहितींत फरक करावा लागला. अणुभार ठरविण्याविषयीच्या प्रयोगांमधील त्यांचा अचूकपणा इतका प्रसिद्ध झाला की, किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वाविषयी संशोधन करणाऱ्या म्युनिकमधील फाजन्स या शास्त्रज्ञाने सर्वसाधारण खनिजांतून मिळालेल्या शिशाचा अणुभार व किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वापासून किरणोत्सर्ग होत होत युरॅनियम किंवा सत्सम तयार झालेल्या शिशाचा अणुभार यांतील फरक समजून येण्यासाठी आपले नमुने रिचर्ड्स्कडे पाठवले. फाजन्सने पाठविलेल्या दोन नमुन्यांतील शिशाचा अणुभार ठरवून रिचर्ड्स् थांबला नाही. शिशाच्या निरनिराळ्या खनिजांतून मिळविलेल्या धातूचा अणुभार त्याने नीट, काळजीपूर्वक नक्की केला.

मूलतत्त्वांचा अणुभार ठरविण्याचें काम अत्यंत जिकिरीचें असतें. रासायनिक किंवा विज्ञानरासायनिक पद्धति अणुभार ठरविण्यासाठी वापरीत असतां, तें काम अचूक व्हावें यासाठी अणुभार निश्चित करण्यासाठी कोणती पद्धत योग्य ठरेल हें ठरवावें लागतें. पद्धत ठरल्यावर त्या पद्धतीला

अनुसरून जे प्रयोग करायचे असतात त्या प्रयोगांत जरा सुद्धा चूक होऊं नये यासाठी प्रयोग अत्यंत काळजीपूर्वक करावे लागतात. अत्यंत काळजी-पूर्वक संध काम केल्यास प्रयोग बरोबर पार पडला आहे व प्रयोगांतीं मिळालेलें उत्तर बरोबर आहे याची खात्री ठेवतां येते. प्रयोग काळजी-पूर्वक करायचा म्हणजे प्रयोगांतील प्रत्येक क्रिया करित असतां, शक्य तेवढी काळजी घेऊन प्रयोगांतील संभाव्य चूक अत्यंत कमी असावी यासाठी वापरण्यांत आलेलीं रसायनें त्यांच्या शुद्धतेबद्दल अगोदरच खात्री करून मोजून मापून घ्यावीं. प्रयोग करित असतां त्यांत चूक असूं नये यासाठी त्या प्रयोगाच्या मर्यादा म्हणजे उष्णतामान इत्यादि गोष्टी नीट कसोशीपूर्वक पाळाव्या लागतात. प्रयोगशाळेंत नेहमी ज्या तऱ्हेने काम करतात त्यापेक्षा जास्त लक्षपूर्वक काम केल्यास, प्रयोगांत चूक होण्याचा संभव कमी असतो. त्यांतल्या त्यांत प्रयोगासाठी वापरलेली पद्धत योग्य असेल तर प्रयोगांत जास्त विनचूकपणा येतो.

प्रयोगांतील अचूकता व ती मिळविण्यासाठी कष्ट करण्याची तयारी हें रिचर्ड्सच्या यशाचें मर्म होय.

पारितोषिकास पात्र ठरलेलें कार्य

नोबेल पारितोषिकाच्या अर्पण-समारंभानंतर, आपल्या संशोधनाविषयी एक माहितीपूर्ण व्याख्यान रिचर्ड्सने दिलें होतें. त्या व्याख्यानाच्या आधारे त्यांच्याच शब्दांत त्यांच्या संशोधनावद्दल माहिती पुढे दिली आहे :

“सजल सोडियम ब्रोमाइडचे स्फटिक सावकाशीने तापवीत गेल्यास एका ठराविक उष्णतामानास त्यांतील स्फटिकजल बाष्परूपाने बाहेर जाऊन त्याचें रूपान्तर साध्या निर्जल सोडियम ब्रोमाइडमध्ये होतें. हें रूपान्तर कोणत्या उष्णतामानास होतें हें ठरविण्याकरिता त्याचा जास्तींत जास्त शुद्ध नमुना प्रथमतः प्रयोगशाळेंत तयार केला होता. त्या सोडियम

ब्रोमाइडचें विश्लेषण करून त्यामधील सोडियम व ब्रोमिन सूत्राप्रमाणे बरोबर येतात किंवा नाही तें मी प्रथमतः पाहिलें. त्या वेळीं मला असें आढळून आलें की, स्ट्रास या शास्त्रज्ञाने या दोन मूलतत्त्वांचे ठरविलेले अणुभार बरोबर नाहीत. स्ट्रासने दिलेल्या ब्रोमिनच्या अणुभारापेक्षा मी ठरविलेला ब्रोमिनचा अणुभार जास्त होता. ही चूक होण्याचें कारण शोधतां असें दिसून आलें की, सोडियमचा अणुभार ठरविण्यांतच स्ट्रासने कांही तरी चूक केली होती. सोडियमचा अणुभार प्रत्यक्षांत आहे त्याहून जास्त समजण्याची स्ट्रासने चूक केली होती, असा माझा ग्रह झाला. परंतु हा माझा ग्रह किंवा अंदाज प्रसिद्ध करणें अत्यंत धोक्याचें होतें. कित्येक वर्षे मान्य झालेला अणुभार चूक आहे असें म्हणण्यांत घाई करून चालण्यासारखें नव्हतें. माझ्याच प्रयोगांत कांही चूक राहून गेली असल्यास तें माझें मत आततायीपणाचें, मूर्खपणाचें ठरलें असतें. त्याकरिता मी केलेले प्रयोग पुनः करून त्यांत चूक नाही हें पाहणें अत्यंत जरूर होतें. स्ट्रासने सोडियमचा अणुभार शुद्ध मिठाचें म्हणजे शुद्ध सोडियम क्लोराइडचें विश्लेषण करून ठरविला होता. तेव्हा स्ट्रासने शुद्ध सोडियम क्लोराइडबरोबर केलेले प्रयोग पुनः करून पाहावे असें मी ठरविलें. ते प्रयोग अत्यंत काळजीपूर्वक व किंचितही चूक न होऊं देतां करणें अत्यंत आवश्यक होतें. कारण, त्या प्रयोगामुळे कित्येक वर्षे मान्य असलेला सोडियमचा अणुभार बरोबर आहे की त्यांत सुधारणा होणें जरूर आहे याचा निर्णय लागावयाचा होता. हा निर्णय लागावा या उद्देशाने मी जे प्रयोग केले व जो काळ त्यामध्ये व्यतीत केला, त्यासंबंधी वोलू लागल्यास एक मोठा ग्रंथच तयार होईल. त्यामुळे शक्य तितका पाल्हाळ टाकून माझ्या प्रयोगावद्दलची माहिती मी देणार आहे.

आम्हीं—म्हणजे मी व माझ्या सहकाऱ्यांनी—केलेल्या प्रयोगावरून असें आढळून आलें की, स्ट्रासने दिलेले सोडियम व क्लोरिनचे अणुभार बरोबर

नसून, त्यांत सुधारणा होणे अत्यंत आवश्यक आहे. क्लोरिनचा अणुभार ठरवण्यामध्ये स्ट्रासच्या हातून चूक घडली होती; व त्या चुकीचा परिणाम म्हणजे सोडियमचा अणुभार चुकला होता. क्लोरिनचा अणुभार कां चुकावा याचे कारण शोधून पाहतां तें प्रयोगासाठी वापरलेल्या चांदीतील किंचितशा अशुद्धतेत सापडतें. त्या चांदीमध्ये असलेल्या अशुद्धतेमुळे विशिष्ट वजनाच्या धातूपासून जितकें सिल्व्हर क्लोराईड मिळायला पाहिजे होतें त्यापेक्षा कमी मिळालें आणि त्यामुळे क्लोरिनचा अणुभार आहे त्यापेक्षा थोडासा कमी समजण्यांत आला व त्यामुळे सोडियम व रौप्य या धातूंचे अणुभार आहेत त्यापेक्षा जास्त समजण्यांत आले. स्ट्रासने सिल्व्हर क्लोराईड मिळविण्याकरिता सिल्व्हर नायट्रेटच्या विलयनामध्ये शुद्ध केलेल्या मिठाचे विलयन टाकून सिल्व्हर क्लोराईडचा साका मिळविला होता. या पद्धतीने प्रयोग केल्यास, ज्या चांदीपासून सिल्व्हर नायट्रेटचें विलयन मिळविलें त्या चांदीतच अशुद्धता असल्यास, प्रयोगामध्ये मिळणाऱ्या सिल्व्हर क्लोराईडच्या साक्यामध्ये अशुद्धता येण्याचा जास्त संभव आहे. त्यामुळे क्लोरिनचा अणुभार ठरविण्यांत स्ट्रासच्या हातून चूक घडली असावी. ज्या वेळीं ही चूक घडली असें मी म्हणतो त्या वेळीं अणुभार शक्य तितका अचूक असावा या दृष्टीने मी बोलत असतो व ही चूक एक-शतांश ग्रॅम इतकी सुद्धा असू नये असा माझा आग्रह असतो.

आता या संबंधाने जास्त बोट् लागल्यास प्रयोगाविषयीची जास्त माहिती देणें जरूर पडेल व हा विषय जास्त कंटाळवाणा होईल. तेव्हा आमच्या प्रयोगांतीं असें ठरलें की, स्ट्रासने ठरवलेला क्लोरिनचा अणुभार आहे त्यापेक्षा जास्त होता एवढें सांगून मी पुढील विषयाकडे वळतो.

यानंतर लिथियम, रौप्य व ऑक्सिजन यांच्या अणुभारांचा प्रश्न

आला. लिथियम परक्लोरेट (Li Cl O_4) व लिथियम क्लोराइड (Li Cl) या क्षारांचें विश्लेषण करून हा अणुक्षार ठरविण्यांत आला. लिथियम क्लोराइडच्या विलयनामध्ये सिल्हर नायट्रेटचें विलयन टाकून, सिल्हर क्लोराइडचा साका मिळवल्यानंतर त्या साक्याच्या वजनावरून लिथियमचा अणुभार ठरवण्यांत आला. तसेंच सिल्हर परक्लोरेटच्या विश्लेषणावरून रौप्य या धातूचा व ऑक्सिजनचा आतापर्यन्त मान्य असलेला अणुभार बरोबर आहे की नाही हें नक्की करण्यांत आलें. या दोन्ही तऱ्हेच्या प्रयोगांनी ऑक्सिजन, रौप्य व लिथियम यांचे अणुभार ठरवल्या कारणाने ऑक्सिजन व रौप्य यांच्या अणुभारांची परस्परांशीं तुलना करणें शक्य झालें. हें शक्य होणें एका दृष्टीने आवश्यकच होतें, कारण पुष्कळ वेळा रौप्य धातूचा अणुभार बरोबर समजून त्यावरून इतर कांही मूलतत्त्वांचा अणुभार ठरविण्यांत आला आहे. तर कांहीच्या बाबतींत ऑक्सिजनचा अणुभार आधारभूत घेऊन त्यावरून त्यांचा अणुभार ठरविण्यांत आला आहे. त्यामुळे रौप्य व ऑक्सिजन यांच्या अणुभारांची तुलना होणें अत्यंत आवश्यक होतें.

कित्येक वर्षांमागे माझे एक सहकारी ग्रेगरी वॅक्स्टर यांच्या साहाय्याने मी खनिजांत सापडणाऱ्या लोखंडाचा अणुभार काय असावा हें ठरविण्याचा प्रयत्न केला होता. त्या वेळीं अशा तऱ्हेच्या लोखंडाचा अणुभार, सर्वसाधारणतः समजल्या जाणाऱ्या अणुभारापेक्षा कमी असल्याचें आढळून आलें. कोणत्याहि मूलतत्त्वाचा अणुभार कायम असतो, त्यांत बदल घडून येत नाही हा सिद्धान्त खरा आहे की नाही हें शोधून काढण्याच्या दृष्टीने पृथ्वीतलावर पडणाऱ्या उल्कामधील लोखंडाचा अणुभार नेहमीइतकाच आहे की त्यांत कांही फेर आहे हें पाहण्याचा मी प्रयत्न केला. उल्का पृथ्वीतलावर तयार होत नसून आकाशांतून या पृथ्वीतलावर पडत असतात; म्हणजे त्यांची उत्पत्ति पृथ्वीबाहेर असते.

पृथ्वीबाहेरील जगतांत असणाऱ्या लोखंडाचा अणुभार नेहमीइतक्या असतो की त्यांत कांही फरक असतो हा प्रश्न सोडवणें मला अगत्याचें वाटलें. तेव्हा बॅक्स्टर यांच्या सहकार्यानि मी या दोन्ही तऱ्हेच्या लोखंडाचा अणुभार नकी केला. या वेळीं पृथ्वीतलावरील लोखंडाचा अणुभार उल्कामधील लोखंडाच्या अणुभाराइतकाच असल्याचें आढळून आलें. दोन्ही तऱ्हेच्या लोखंडाचा अणुभार एकच आहे असें ठरविण्यांत आम्ही कांही विशेष केलें असें नाही. तरी सुद्धा सर्व विश्व एकच आहे व त्यामध्ये अणुरेणु सर्वत्र सारखे असावेत हें तत्त्वज्ञांचें म्हणणें अशा तऱ्हेच्या प्रयोगांनी पटल्याशिवाय राहत नाही. ”

संशोधनाचे परिणाम

मूलतत्त्वांचा अणुभार ठरविण्याच्या पद्धतीमध्ये रिचर्ड्स यांनी जो अचूकपणा आणला त्यामुळे त्यांनी ठरवलेले मूलतत्त्वांचे अणुभार अत्यंत अचूक आहेत असें मान्य करावें लागलें. रिचर्ड्सने ठरविलेल्या अणुभारांत चूक असलीच तर ती अत्यंत क्षुल्लक आहे. उदाहरणार्थ, ऑक्सिजनचा अणुभार सोळा आहे असें ज्या वेळीं रिचर्ड्सच्या वोलण्यांत येतें त्या वेळीं त्यांत ± ०.००१ एवढीच चूक असते. यापेक्षा जास्त चूक असण्याचा संभव रिचर्ड्सने मांडलेल्या अणुभारामध्ये नाही. अणुभार ठरविण्याच्या पद्धतींत हा अचूकपणा ज्या वेळीं आणला गेला त्या वेळीं मूलतत्त्वांचा अणुभार एकच नाही ही कल्पना पुढे येत होती. या दोन्ही गोष्टी एकाच वेळीं शास्त्रीय जगतासमोर याव्यात हा एक चमत्कारिक योग म्हटला पाहिजे. रिचर्ड्सचें संशोधन चालू होतें त्याच वेळीं क्युरी, रुदर-फोर्ड, सॉडी इत्यादि शास्त्रज्ञ किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या अभ्यासांत गुंतले होते. त्या शास्त्रज्ञांच्या संशोधनामुळे एकाच मूलतत्त्वास निरनिराळे अणुभार असूं शकतात किंवा एकच अणुभार असणारीं भिन्न मूलतत्त्वे असूं शकतात ही कल्पना जवळ जवळ मान्य झाली होती. अकिरणोत्सर्गी

मूलतत्त्वांमध्ये सुद्धा असाच प्रकार असतो हें थॉम्प्सनच्या प्रयोगावरून सिद्ध झालें होतें. त्यामुळे मूलतत्त्वांचे अणुभार अचूक ठरवण्यामध्ये विशेषसें तथ्य राहिलें नव्हतें. तरी पण रिचर्ड्सने अचूक ठरविण्याच्या ज्या पद्धती घाळून दिल्या त्यामुळे किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांमध्ये घडून येणारे फेरवदल नीट समजण्यास फारच मदत झाली.

युरॅनियममधून अल्फा व बीटा किरण जात जात सरतेशेवटीं त्याचें शिशांत रूपांतर होतें. अशा तऱ्हेने युरॅनियमपासून मिळणाऱ्या शिशाचा अणुभार किती असावा याचा तात्त्विक विचार केल्यास तो २०६ असावा. सर्वसाधारणतः मिळणाऱ्या शिशाचा अणुभार २०७.२१ असतो. म्हणजे सर्वसाधारण शिशांमध्ये २०६ हून जास्त अणुभाराचे शिशाचे आयसोटोप किंवा समस्थानी असतात. निरनिराळ्या ठिकाणीं मिळणाऱ्या शिशाचे नमुने गोळा करून व त्यांतील शिशाच्या अणुभारावरून वरील अनुमान नक्की करण्यांत आलें.

रिचर्ड्सने त्यानंतर केलेलें महत्त्वाचें संशोधन हायड्रोजन व ऑक्सिजन यांच्या अणुभाराविषयीचें होय. १९२९ सालीं ऑक्सिजनचे समस्थानी असल्याचें आढळून आलें. ऑक्सिजनचा अणुभार सोळा धरून त्यावरून हायड्रोजनचा अणुभार रिचर्ड्सच्या पद्धतीने काढल्यास, तो १ पेक्षा जास्त असल्याचें आढळून आलें. तेव्हा हायड्रोजनचे सुद्धा जास्त अणुभाराचे समस्थानी असावेत असा तर्क करण्यांत आला. हा तर्क हे समस्थानी प्रत्यक्षांत अमेरिकेंतील शास्त्रज्ञ प्रो. युरे यांनी शोधून काढायच्या आधीच झाला होता.

रिचर्ड्सने अणुभार ठरविण्याकरिता वापरलेल्या पद्धतींतील अचूकपणा सिद्ध झाल्यानंतर, अणुभार ठरविणाऱ्या आंतरराष्ट्रीय समितीने रिचर्ड्सने ठरविलेले अणुभार मान्य केले. ही समिति दरवर्षीं मान्यता मिळालेल्या अणुभारांचें पत्रक काढीत असते; व त्यामध्ये त्या समितीने मान्य केलेले

अणुभार नमूद केलेले असतात. मूलतत्त्वांचे आयसोटोप किंवा समस्थानी असतात हे सिद्ध झाल्यानंतर, आंतरराष्ट्रीय समितीच्या पत्रकांत समस्थानींचे अणुभार नमूद करण्याचा प्रघात आहे.

दोन महायुद्धे होऊन गेली तरीहि या समितीचे कार्य अद्यापिहि व्यवस्थितरीत्या चालू आहे.

—:०:—

: १९१५ :

३. ५५

१११०

२५. ५५

रिचर्ड विल्स्ट्रॉटर

☆ (१८७२-१९४२)

☆

चरित्र

☆

☆

☆

जर्मनीतील कार्ल्सरुहे या गावीं रिचर्ड विल्स्ट्रॉटरचा जन्म झाला. तेथील व न्यूरेंबर्ग शहरांतील शिक्षणसंस्थांतून त्याचें शालेय शिक्षण पुरें झालें. शालेय शिक्षण

संपवितांना गणित व भाषा या विषयांमध्ये सारखेच गुण पडल्यामुळे, विश्वविद्यालयांत गेल्यावर शास्त्रीय शाखेकडे वळावें की भाषेचा अभ्यास चालू ठेवावा असा त्याच्यापुढे प्रश्न पडला. सरतेशेवटीं शास्त्राचा व त्यांतल्या त्यांत रसायनशास्त्राचा अभ्यास करावा असें त्याने ठरविलें. शास्त्रीय शिक्षणाच्या वावतींतहि त्याला रसायनशास्त्रच आवडत होतें असें नसून शरीरशास्त्र व औषधीशास्त्र यांही दोन विषयांकडे त्याचा कल होता. या तीनहि शास्त्रांच्या आवडीमुळे त्याने शेवटीं शेवटीं तीनहि शास्त्रांत संशोधन करण्याचा प्रयत्न केला आहे. म्यूनिक विद्यापीठांतील अभ्यासक्रम पुरा केल्यानंतर नोव्होकेनचे संशोधक आल्फ्रेड आइनहॉर्न यांच्या प्रोत्साहनामुळे विल्स्ट्रॉटरचें वनस्पतींतील कटुसत्त्वाकडे (त्यांनाच इंग्रजींत अल्कलॉइड म्हणतात.) लक्ष वेधलें व त्यांनी ट्रोपिन या कटुसत्त्वाविषयी संशोधन करण्यांत पुष्कळ वर्षे घालविलीं. कोकेन आणि

(“ वनस्पतींतील हरित द्रव्याविषयीच्या संशोधनावद्दल नोबेल पारितोषिक ”)

- अट्रोपिन यांच्या व्यूहाणूचा कांही भाग ट्रोपिनच्या व्यूहाणूसारखा असतो असें आता सिद्ध झालें आहे. त्यानंतर वेन्झिन व नॅपथलीनपासून मिळणाऱ्या पदार्थावर ऑक्सिजनची प्रक्रिया झाल्यानंतर अस्थिर स्वरूपाचे जे पदार्थ मिळतात, त्यांची अणुरचना शोधून काढण्याविषयी त्याने अत्यंत महत्त्वाचें व नाजूक संशोधन करण्यास सुरुवात केली. त्या संशोधनाच्या आधारेणें अँनिलिनपासून अँनिलिन ब्लॅक हा काळा रंग कसा तयार होतो याचें तात्त्विक विवेचन त्यांनी उत्तम तऱ्हेने मांडलें. १९०५ सालीं विल्-स्टॅटरने म्यूनिक सोडून झूरिच शहरीं वास्तव्य करण्याचें ठरवलें. तेथे गेल्यावर त्याने वनस्पतींतील हरित द्रव्यावद्दल संशोधन सुरू केलें. वनस्पतींच्या किंवा झाडांच्या हिरव्यागार पानांवर, प्रथमतः अम्लाचा व त्यानंतर अल्कलीचा योग्य प्रमाणांत उपयोग करून, क्लोरोफिलच्या किंवा हरित द्रव्याच्या मोठ्या व्यूहाणूचे लहान लहान भाग करून व त्या लहान लहान भागांची अणुरचना शोधून काढून, त्यावरून हरित द्रव्याची अणुरचना मांडतां येईल असें त्यांना वाटत होतें. क्लोरोफिलच्या व्यूहाणूमध्ये एक मॅग्नेशियम अणु असतो. हा मॅग्नेशियम अणु चार नायट्रोजन अणूंशीं जोडलेला असतो व या चारही नायट्रोजनपैकी प्रत्येक स्वतंत्रपणे कार्बन अणूंच्या वंदिस्त साखळीचा दुवा असतो असें त्यास आढळून आलें.
- यानंतर त्यांनी रक्तांत आढळणाऱ्या हेमोग्लोबिन या रक्त द्रव्याविषयी संशोधन सुरू केलें. त्या वेळीं मॅग्नेशियम अणु ज्या पद्धतीने चार नायट्रोजन अणूंशीं जोडलेला असतो त्यासारखाच एक लोह अणु नायट्रोजन अणूंशीं संलग्न असल्याचें त्यास आढळून आलें.

क्लोरोफिल व हेमोग्लोबिन यांचे व्यूहाणु ज्या अणुसमूहापासून एकत्रित झाले आहेत त्यांचा शोध लावल्यानंतर ते अणुसमूह एकत्र आणून त्यापासून क्लोरोफिल हें हरितद्रव्य व हेमोग्लोबिन हें रक्तद्रव्य प्रयोगशालेंत तयार करून, या दोहोंची अणुरचना नक्की करण्याचें

कार्य त्यांनी हातीं घेतलें. हे कार्य लहानसहान अणुसमूहाची रचना शोधून काढण्यापेक्षा जास्त कठीण होतें. वनस्पतीमध्ये किंवा प्राण्यांमध्ये त्यांची जीवनक्रिया चाहू असतां ज्या रासायनिक क्रिया घडून येत असतात त्या तंतोतंत तशाच, प्रयोगशाळेंत घडवून आणणें अत्यंत कठीण असतें. ज्यांची अणुरचना माहीत आहे असे लहान लहान अणुसमूह एकत्र आणून, एकमेकांस कसे संलग्न करायचे यांचा नीट विचार करून विल्स्टॅटरने तेंहि संशोधन तडीस नेलें. या संशोधनाच्या वेळीं, विश्लेषणाचीं, विघटनाचीं वा संघटनाचीं जीं तत्त्वे त्यांनी अंगीकारिलीं, तीं तत्त्वे त्यास पुढे एन्झाइमविषयीच्या संशोधनांत अतिशय उपयोगी पडलीं.

हें संशोधन चाहू असतांच, पहिलें महायुद्ध सुरू झालें व त्यांना आपलें संशोधन स्थगित करावें लागलें. राष्ट्रकार्यासाठी म्हणून त्यांस १९११ पासून बर्लिन डालेममधील कैसर विल्हेल्म इन्स्टिट्यूटमध्ये जावें लागलें होतेंच. तेथे गेल्यावर, आपल्या हातांतील संशोधन त्यांना बाजूस ठेवून, युद्धकार्यांत उपयोगी पडेल अशा संशोधनांत भाग घ्यावा लागला. त्यांनी त्या वेळीं केलेल्या संशोधनाचें एक दृश्य फळ म्हणजे विषारी वायूपासून बचाव करण्यासाठी वापरायचे गॅस मास्क किंवा मुखवटे होत. हे तोंडावर चढविल्यास, विषारी वायु फुफ्फुसांपर्यंत पोचत नाही व हा मुखवटा वापरणाराचा विषारी वायूपासून संपूर्ण बचाव होतो. या गॅस मास्कचा शोध लागण्यापूर्वी, दोस्त राष्ट्रांतील व जर्मन सैन्यांतील सैनिक हजारांच्या संख्येने विषारी वायूला बळी पडले होते.

महायुद्ध संपल्यानंतर विल्स्टॅटर म्युनिकला परतले व त्यांनी आपलें लक्ष पुनः तात्त्विक संशोधनाकडे वळविलें. या कालांत त्यांनी, वनस्पतींनी किंवा प्राण्यांनी अन्न घेतल्यानंतर त्या अन्नाचें शोषण व पचन कसें होतें याचा विशेष अभ्यास केला. त्यासाठी त्यांना एन्झाइमच्या अभ्यासापासून

सुरुवात करावी लागली. सॅकरोज हे एन्झाइम वापरल्यास उसाच्या रसांत असणाऱ्या सॅकरोज या शर्करेचे विघटन होते याचा यापूर्वीच शोध लागला होता. पण सॅकरोज एन्झाइम शुद्ध स्वरूपांत मिळाले नव्हते. साधारणपणे यीस्टमध्ये सॅकरोज मिळते. तेव्हा यीस्टपासून सुरुवात करून, सॅकरोजचे क्रमाक्रमाने शुद्धीकरण करीत विल्स्टॅटरने त्याचा वराचसा शुद्ध नमुना मिळविला. त्याप्रमाणे वनस्पतींच्या मुळ्यांमध्ये असलेले पेरॉक्सिडेज एन्झाइम त्याने पूर्वीहून जास्त शुद्ध स्वरूपांत मिळविले. ही एन्झाइम्स शुद्ध करून त्यांच्या गुणधर्मांचा अभ्यास करण्यांत, वनस्पतीमध्ये किंवा प्राण्यांच्या शरीरांत घडून येणाऱ्या रासायनिक क्रिया नीट समजतील असे विल्स्टॅटरला वाटले होते.

महायुद्ध संपले, व्हर्सायचा तह झाला, युद्धमान राष्ट्रांचे सैनिक रणांगणावरून परतले तेव्हा आता निर्वेधपणे संशोधन चालू ठेवण्यास हरकत नाही अशी विल्स्टॅटरची कल्पना होती. परंतु पराभूत जर्मनीने आपल्या पराभवाचे खापर ज्यूंच्या माथी फोडले होते. ज्यूंचा द्वेष व त्यांच्याबद्दल तिरस्कार वाढीस लागला होता. देशभर पसरलेल्या ज्यूद्वेषापासून म्युनिक विद्यापीठदेखील स्वतांस अलिप्त ठेवू शकले नाही व ज्यूविरोधी विचारांचे वारे म्युनिक विद्यापीठाच्या रोजच्या कारभारांत वाहू लागले. ज्यू-द्वेषाचे व ज्यूंचा पद्धतशीर छळवाद करण्याचे धोरण, पसंत न पडल्याने विल्स्टॅटरने आपल्या जागेचा राजीनामा दिला व विद्यापीठाच्या कारभारांतून अंग काढून घेतले.

त्यानंतर त्यांनी आपले ज्ञान, कौशल्य व अनुभव जर्मन उद्योगधंद्यांच्या वाढीसाठी खर्च केला. अॅवर्टिन हा गुंगी आणणारा पदार्थ प्रयोगशाळेत नुकताच तयार झाला होता. त्याच्या कारखान्यांतील निर्मितीचे तंत्र वसवून, तो पदार्थ विक्रीस आणण्याचे कार्य त्याने पार पाडले. त्याच्या संशोधनक्षेत्रांतील दीर्घ अनुभवाचा, जर्मनीतील रंग, औषधी इत्यादि तयार

करणान्या कारखान्यांना भरपूर फायदा मिळाला.

याच वेळीं जर्मनींतील राजकारणास वेगळीच कलाटणी मिळाली होती. जर्मनीच्या पराभवाचें उद्दे काढायचें या भावनेने प्रेरित झालेला नाझी पक्ष ज्यूंचा नायनाट व युद्धाची तयारी असा दुहेरी कार्यक्रम आपल्यापुढे ठेवून, पुढे पाऊल टाकीत होता. हेर हिटलरच्या नेतृत्वाखाली नाझी पक्ष फार झपाट्याने प्रगति करीत होता. तो पक्ष अधिकारारूढ झाल्यानंतर तर जर्मनींतील अंतर्गत वातावरण साफ विघडलें. त्या नवीन वातावरणाशीं समरस होणें विल्स्टॅटरला जमलें नाही, अशक्य झालें. सरतेशेवटीं त्याने अत्यंत कष्टाने आपल्या पितृभूमीस रामराम ठोकला व स्वित्झर्लंडचा मार्ग धरला. तेथेच त्याचें १९४२ सालीं देहावसान झालें.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें संशोधन

निरनिराळ्या पानांत असणाऱ्या रंगद्रव्यांची ज्या पद्धतीने आपापसांत तुलना करतां येते, त्याच पद्धतीचा अवलंब करून पानांतील हरित द्रव्य तसेंच राहते की द्रावकांच्या साहाय्याने त्याचें विलयन मिळविल्यानंतर त्यांत कांही फेरवदल घडून येतात, हें ठरवितां येतें. या पद्धतीमध्ये, रंगद्रव्यांचीं विलयनें शेजारीं ठेवून, त्यांतील रंगाचा कमीजास्त भडकपणा, रंग एकच आहे की त्यांत दोन तीन रंगांचें मिश्रण आहे इत्यादि गोष्टी तौलानिक पद्धतीने पाहून निर्णय घेण्यांत येतो. या पद्धतीमुळे पानांतील हरितद्रव्य शुद्ध स्वरूपांत मिळविणें व त्याचें विश्लेषण करून त्याच्या रचनेविषयी जे निष्कर्ष अगोदर काढले होते ते खरे आहेत किंवा नाहीत हें पाहणें सोपें होतें.

हरितद्रव्याच्या रंगाची क्रमवार तुलना करीत करीत हरितद्रव्य शुद्ध करावें लागतें व त्याकरिता पेट्रोलियम, ईथर व अल्कोहोल यांसारखे द्रावक वापरावे लागतात. पेट्रोलियम ईथर व ईथाइल अल्कोहोल हे द्रावक एक-

मेकांत मिसळूं शकत नाहीत, पण पानांतील हरितद्रव्य त्यामध्ये वेगवेगळ्या प्रमाणांत विरघळते. या गोष्टीचा फायदा घेऊन पानांतील हरितद्रव्य क्रमाक्रमाने शुद्ध करतां येते. पानांचें चूर्ण करून त्यावर द्रावक टाकल्यास पानांत असणारे पिवळे रंग व इतर वर्णविहीन पदार्थ दूर काढतां येतात. हीच क्रिया पुनः पुन्हा करित गेल्यास, हरितद्रव्याखेरीज इतर द्रव्यें द्रावणांत येतात व मागे शुद्ध हरितद्रव्य राहाते. पानांमध्ये जे पिवळे रंग असतात त्यांना कॅरोटिनॉइडस् या नांवाने संबोधण्यांत येते. पानांमध्ये हरितद्रव्याबरोबर हे पिवळे रंग असायचेच. त्यामुळे वनस्पतींची वाढ होण्याच्या कामी या पिवळ्या रंगांचा विशेष उपयोग आहे असें वाटते. या पिवळ्या रंगांना ऑक्सिजनबद्दल विशेष आकर्षण असल्याचें आढळून आल्याने, पानांतील पिवळा रंग शुद्ध स्वरूपांत मिळवून त्याचें विल्स्टॅटरने विश्लेषण केले. त्यांपैकी दोन रंगद्रव्यांमध्ये नैट्रोजन अजिवात नाही. तीं बहुधा कोणत्याहि तऱ्हेच्या पानांत असतात व त्यांचे स्फटिक सहज मिळवितां येतात ! त्यांपैकी एक रंगद्रव्य गाजरांत मिळत असल्याने गाजराच्या कॅरट या इंग्रजी नावावरून त्यास कॅरोटिन असें नांव मिळालें. त्याचा व्यूहाणु कार्बनचे ४० अणु व हायड्रोजनचे ५६ अणु मिळून झालेला असतो. म्हणजे त्याचें सूत्र का.४० है.५६ असें होईल. कॅरोटिनच्या जोडीस मिळणाऱ्या दुसऱ्या रंगद्रव्यास झांथोफिल असें नांव विल्स्टॅटरने दिलें. हें रंगद्रव्य पानांमध्ये हरितद्रव्याबरोबर सापडते व तें जरी वन्याचशा विपुल प्रमाणांत पानांमध्ये असलें तरी फारसें माहित नाही. त्याच्या विश्लेषणावरून त्याचें सूत्र का.४० है.५६ ऑ.२ असें मिळते. त्यामुळे कॅरोटिन आणि ऑक्सिजन मिळून झांथोफिल झालें असावें असें वाटते. कधी कधी कॅरोटिन व झांथोफिल यांच्या जोडीला आणखी एक रंगद्रव्य मिळते. त्यामध्ये झांथोफिलपेक्षा जास्त प्रमाणांत ऑक्सिजन आहे. त्याचें सूत्र का.४० है.५६ ऑ.६ असें असून या पदार्थाचे



रिचर्ड विल्स्टटर १९१५



फ्रिद्दरिह हाबर १९१८



वॉल्टर नर्नस्ट १९२०

स्फटिक मिळवितां येतात. यास विल्स्टॅटरने पुको झांथिन असें नांव दिलें आहे.

ज्या वेळेला आपण पानांपासून पानाचा रस तयार करतो त्या वेळीं त्या रसामध्ये हरितद्रव्याच्या जवळजवळ आठ ते पंधरा पट इतर पदार्थ असतात. या रसावर पेट्रोलियम ईथर व इथाइल अल्कोहोल या द्रव्यांचा प्रयोग करीत करीत जवळ जवळ ७० टक्के शुद्ध क्लोरोफिल किंवा हरितद्रव्य मिळवितां येतें. हरितद्रव्य इतक्या शुद्ध स्वरूपांत मिळविल्या-नंतर, तें कोणत्या द्रावकांत विरघळूं शकतें याचा नीट विचार करतां येतो. तें ज्या वेळीं इतर रंगद्रव्यांवर मिसळलेलें असतें त्या वेळीं तें कोणत्या द्रावकांत विरघळूं शकतें हें नीटपणें सांगतां येत नाही. हरितद्रव्य शुद्ध स्वरूपांत मिळविल्यास तें पेट्रोलियम ईथरमध्ये विरघळूं शकत नाही असें दिसतें. त्याचप्रमाणे अल्कोहोलचा द्रावकासारखा उपयोग करून मिळविलेल्या विलयनांतील अल्कोहोल जास्त पाणी टाकून पाण्यांतच विरघळवून टाकलें तर हरितद्रव्य पाण्यांत विरघळूं शकत नसल्याने तें विलयनाच्या बाहेर पडतें म्हणजे तें आपल्याला साक्याच्या स्वरूपांत मिळतें.

हरितद्रव्याची या दोन द्रावकांमध्ये विरघळण्याची शक्ति ध्यानांत ठेवल्यास पानांपासून हरितद्रव्य शुद्ध स्वरूपांत मिळविण्याची पद्धत आपल्याला सहज वसवितां येते. त्यामुळे वनस्पतींतील शर्करा किंवा कार्बोहायड्रेट व कटुद्रव्ये किंवा अल्कलॉइड जशीं शुद्ध स्वरूपांत सहज मिळवितां येतात, तितक्याच सुलभतेने वनस्पतींतील हरितद्रव्य आपल्याला मिळवितां येतें. अशा तऱ्हेने मिळविलेलें हरितद्रव्य एकच पदार्थ नसून तें क्लोरोफिल ए व क्लोरोफिल बी या दोन हरितद्रव्यांचें मिश्रण असतें. त्यांपैकी क्लोरोफिल ए निळसर-हिरवें असतें तर क्लोरोफिल बी पिवळट हिरवें असतें. क्लोरोफिल ए व बी ३ : १ या प्रमाणांत वनस्पतीमध्ये असतात व त्यामुळे निळसर हिरवा व पिवळट हिरवा

मिळून झालेला पोपटी रंग आपल्याला वनस्पतीमध्ये दिसतो. क्लोरोफिल ए व बी यांचे श्लेष्मल विलयन केल्यास, त्यांचा कार्बन-डायॉक्साइड-वरोवर संयोग घडवून आणतां येतो. क्लोरोफिल व कार्बन-डायॉक्साइड यांचे संयुक्त बनवून आणण्याच्या पद्धतीवरून, वनस्पती कार्बन डायऑक्साइड वायूपासून शर्करा कशा निर्माण करीत असाव्यात याचा थोडासा अंदाज करतां येतो. कार्बन-डाय-ऑक्साइड व क्लोरोफिल यांचे संयुक्त अशा तऱ्हेने विघटन पावते की त्या विघटनामुळे कार्बन-डाय-ऑक्साइडमधील सर्व ऑक्सिजन वायुरूपाने बाहेर पडतो.

पानांतील हरितद्रव्यासंबंधीचे संशोधन पूर्ण झाल्यानंतर, फुलामध्ये असलेलीं अँथोसायनिन या नांवाने ओळखलीं जाणारीं रंगद्रव्ये विल्-स्टॅटरने शुद्ध स्वरूपांत मिळविलीं. या रंगद्रव्यांचा अल्कगुणधर्म लक्षांत घेतल्यास हायड्रोक्लोरिक किंवा पिक्रिक अम्ल वापरून अँथोसायनिनचीं संयुक्ते शुद्ध स्वरूपांत मिळवितां येतात. या रंगद्रव्यांपैकी कांही लाल असतात, कांही निळीं आणि कांही जांभळीं असतात. जांभळ्या रंगद्रव्यांना फीनॉलवितेन वर्गांत घालतात. फुलांमध्ये हीं रंगद्रव्ये निरनिराळ्या प्रमाणांत असल्याने, फुलांना वेगवेगळे रंग दिसून येतात. अँथोसायनिनचे विश्लेष केल्यानंतर मूळ रंगद्रव्य व ग्लुकोज मिळून फुलांतील रंगद्रव्ये तयार होतात असें दिसून येते. मूळ रंगद्रव्ये 'OH' (हायड्रॉक्सिल) अणुसमूह असल्याने, त्याचा ग्लुकोज गॅलॅक्टोज, रॅम्नोज यांसारख्या शर्करांशी संयोग होऊं शकतो; व अशा संयोगामुळे निरनिराळीं अँथोसायनिन मिळतात.

संशोधनाचे परिणाम

पानांमधून निरनिराळीं रंगद्रव्ये निराळीं करण्यासाठी निरनिराळ्या नवीन पद्धतींचा वापर करावा लागला. रंगद्रव्ये शुद्ध स्वरूपांत मिळवून त्यांच्या व्यूहाणांची रचना शोधून काढल्यानंतर, हे व्यूहाणु वेगळ्या तऱ्हेची रचना असलेले आहेत असें दिसून आले. रंगद्रव्ये एकमेकांपासून अलग करण्या-

करिता वापरण्यांत आलेली पद्धत मिकेल त्स्वेत् यांच्या शोधावर आधारलेली होती. सेन्द्रिय द्रावक वापरून पानांच्या चूर्णापासून तयार केलेले रंगद्रव्यांचे विलयन त्स्वेत्ने कॅल्शियम कार्बोनेट-(चुना)-च्या चूर्णाने भरलेल्या; कांचेच्या एका लांबलचक नळीमध्ये ओतले, व ते सावकाश खाली येऊं दिले. कांचेची नळी उभी ठेवली होती, त्यामुळे ते विलयन कॅल्शियम कार्बोनेटच्या चूर्णामधून खाली येण्यास बराच वेळ लागला. कॅल्शियम कार्बोनेटच्या चूर्णामधून खाली आलेले विलयन तपासून पाहतां, त्या विलयनामध्ये फक्त कॅरोटिन रंगद्रव्ये असल्याचे दिसून आले. मूळ विलयनांत असलेली इतर रंगद्रव्ये कॅल्शियम कार्बोनेटच्या चूर्णावर शोषलीं गेलीं. अशा तऱ्हेने विलयनांत असलेलीं निरनिराळीं संयुक्ते एकमेकांपासून अलग करण्याकरिता तीं कॅल्शियम कार्बोनेटसारख्या चूर्णावर निरनिराळ्या प्रमाणांत शोषून, एकमेकांपासून अलग करण्याची पद्धत विल्स्टॅटरने बसविली, व तींत शक्य तेवढा अचूकपणा आणला. कॅल्शियम कार्बोनेटच्या चूर्णाऐवजी निरनिराळीं इतर चूर्णे वापरून त्याने पाहिलीं व तसेंच कोणता सेन्द्रिय द्रावक वापरल्यास रंगद्रव्यांचे एकमेकांपासून विभक्तीकरण जास्तींत जास्त यशस्वी कसे होईल ते त्याने ठरवले. ह्या पद्धतीमध्ये रंगद्रव्ये वेगवेगळ्या प्रमाणांत शोषलीं जात असल्याने, विलयनांत असलेल्या रंगद्रव्यांचे मूळ रंग एकमेकांपासून भिन्न असल्यास ज्या लांबलचक कांचेच्या नळीमध्ये हा प्रयोग केला जातो त्या नळीमध्ये निरनिराळ्या लांबीचे वेगवेगळ्या रंगांचे पट्टे दिसून येतात. हे पट्टे एकमेकांपासून विभक्त करण्यासाठी नळीतील चूर्ण ढकलीत ढकलीत एका ठराविक क्रमाने वाहेर काढण्यांत येते. व प्रत्येक रंगाचा पट्टा स्वतंत्र गोळा केला जातो. अशा रीतीने विलयनांत असलेलीं निरनिराळीं रंगद्रव्ये एकमेकांपासून अलग करण्यांत येतात. ही पद्धत 'क्रोमॅटोग्राफी' या नांवाने ओळखली जाते.

विल्स्टॅटरने प्रथमतः ही पद्धत वापरली त्या वेळीं ह्या पद्धतीचें जें स्वरूप होतें तें आता पार बदलून गेलें आहे. त्या पद्धतींत गेल्या पंचवीस वर्षांत रूपच सुधारणा घडून आल्या आहेत. क्रोमॅटोग्राफीचा सांगोपांग अभ्यास अद्यापहि चालू असून, क्रोमॅटोग्राफी ही पद्धत आता विज्ञानरसायनाचा एक महत्त्वाचा भाग बनली आहे; व त्या विषयावर निरनिराळीं स्वतंत्र पुस्तकेहि प्रसिद्ध झालीं आहेत. ही क्रोमॅटोग्राफीची पद्धत जीवनरसायनामध्ये देखील वापरली जात असून, विलयनांत अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणांत असणारे पदार्थ एकमेकांपासून अलग करून, त्यांचा अभ्यास करण्याचें कार्य चालू आहे. प्रोटीनपासून जीं वेगवेगळीं अमिनो अम्लें मिळतात, तीं एकमेकांपासून अलग करण्याचें कार्य या पद्धतीच्या सहाय्याखेरीज पार पडलें नसतें.

क्लोरोफिलचा शोध लागल्यानंतर त्याच्या विशिष्ट गुणांचा अभ्यास झाला. क्लोरोफिलच्या जोडीला इतर रंगद्रव्यें व पदार्थ असल्यास, द्रावकांत विरघळण्याच्या त्याच्या शक्तींत फरक पडतो हें समजून आलें. पानामध्ये असणाऱ्या एका विशिष्ट एन्झाइमच्या सान्निध्यांत त्याची इथाइल अल्कोहोलबरोबर होणारी क्रिया समजून आली. तसेंच क्लोरोफिलच्या मध्यभागीं असणाऱ्या मॅग्नेशियमच्या अणूऐवजी दुसऱ्या धातूचा अणु कसा आणतां येतो हेंही समजून आलें. क्लोरोफिलच्या गुणधर्मांच्या अशा अभ्यासामुळे क्लोरोफिल शुद्ध स्वरूपांत कसा मिळवावा हें पूर्णपणें कळून चुकलें. विपुल प्रमाणांत क्लोरोफिल मिळविल्यावर त्यांतील औषधी गुण नष्ट न होण्यासाठी काय करावें हें समजल्याने क्लोरोफिलचा औषधी उपयोगहि सुरू झाला.

क्लोरोफिलच्या जोडीला मिळणारीं कॅरोटिनॉइड हीं रंगद्रव्यें मिळविल्या-नंतर त्यांच्या रासायनिक रचनेचें गूढ समजावून घेण्याचा शास्त्रज्ञांनी प्रयत्न केला. त्या वेळीं त्यांपैकी एका द्रव्याची रचना विटॅमिन ए सारखी

असल्याचें दिसून आलें. हें द्रव्य म्हणजे गाजरांत मिळणारें बीटा कॅरोटीन होय. यापासून 'अ' जीवनसत्त्व सुलभपणे मिळवितां येतें, व त्याचा शरीरसंवर्धनास चांगला उपयोग होतो.

फुलांमध्ये आढळून येणाऱ्या कांही रंगद्रव्यांचा रंग अम्ल व अल्क पदार्थांच्या सान्निध्यांत बदलतो. विल्स्टॅटरच्या संशोधनामुळे हा बदल कां होतो, त्याची उपपत्ति लागली. तसेंच विल्स्टॅटरच्या संशोधनामुळे फुलांत आढळणाऱ्या निरनिराळ्या रंगद्रव्यांच्या रचनेमध्ये काय साधर्म्य आंहे हें कळून आलें.

—:०:—

: १९१६ :

या वर्षीं महायुद्धकालीन परिस्थितीमुळे नोबेल पारितोषिक दिलें गेलें नाही.

—:०:—

: १९१७ :

याहि वर्षीं तीच परिस्थिति चालू राहिल्याने, नोबेल पारितोषिक दिलें गेलें नाही.

—:०:—

: १९१८ :

फिट्झ हाबर

☆ (१८६८-१९३४)

☆ चरित्र

☆

☆

☆

फिट्झ हाबरचें प्राथमिक शिक्षण ब्रेस्लॉ गावीं झालें. त्यानंतर मित्रांच्या व नातेवाइकांच्या सल्लयानुसार त्याने कार्ल्सरुहे गावांतील टेक्निकल हायस्कूल किंवा औद्योगिक शाळेमध्ये नांव घातलें. कार्ल्सरुहेच्या औद्योगिक शाळेंत शास्त्र व उद्योगधंदे याविषयी उत्कृष्ट शिक्षण मिळतें व या शाळेचे विद्यार्थी उद्योगधंद्यांत विशेष यशस्वी होतात, असा ह्या शाळेचा लौकिक होता. असल्या नामवंत शाळेंत, आपल्या शिक्षणाचा पाया मजबूत होईल ह्या कल्पनेने त्याने ह्या शाळेचा अभ्यासक्रम अत्यंत आस्थेवाईकपणे पुरा केला.

सेन्द्रिय पदार्थ जास्त उष्णतामानावर ठेवल्याने होणाऱ्या विघटनाचा यालाच इंग्रजींत 'पायरोलिसिस' म्हणतात—त्याने १८९३ मध्ये अभ्यास आरंभला. हाबरने हा विषय हाताळण्याअगोदर प्रख्यात फ्रेंच शास्त्रज्ञ मार्सेलिन वर्थेलो याने याच विषयावर संशोधन केलें होतें. पायरोलिसिस-विषयी वर्थेलोने मांडलेले सिद्धान्त सुधारण्यास—किंवा ते जास्त काटेकोर पद्धतीने मांडण्यास हाबरने केलेल्या संशोधनाचा फार उपयोग झाला.

“ नायट्रोजन व हायड्रोजन यांचा संयोग घडवून अमोनियाची निर्मिती शक्य कोटींत आणल्याबद्दल नोबेल पारितोषिक ”

पायरोलिसिस किंवा जास्त उष्णतामानावर सेन्द्रिय पदार्थांचें होणारें विघटन या विषयांत आपण गुंतून राहावें असें त्यास वाटेना व त्याने सेन्द्रिय पदार्थांवर विद्युत्प्रवाहाचा काय परिणाम होतो या विषयावर संशोधन सुरू केलें. त्याने हें संशोधन सुरू केलें त्या वेळीं रासायनिक क्रिया घडून येत असतांना किती शक्ति वापरली जाते किंवा शक्तीचा व्यय काय असतो याविषयीचे सिद्धान्त नुकतेच कोठे शास्त्रज्ञांच्या ध्यानांत आले होते. जर्मनींतील वॉल्टर नन्स्टने एखाद्या धातूची पट्टी त्याच धातूच्या क्षाराच्या विलयनांत बुडविल्यास, विद्युत्प्रवाह कसा चालू होतो याविषयीची उपपत्ति मांडली होती. धातूच्या पट्टीऐवजी वायु वापरल्यास विद्युत्केन्द्रापाशीं असलेल्या वायूचा भार (Pressure) किती आहे यावरून असा वायु, त्या वायूपासून मिळणाऱ्या संयुक्ताच्या विलयनाच्या सान्निध्यांत ठेवल्यास किती विद्युत्प्रवाह निर्माण होईल हें सांगतां येऊं लागलें. सेन्द्रिय पदार्थांवर विद्युत्प्रवाहाचा परिणाम यावर संशोधन करून, विजेचा दाब कमी-जास्त केल्यास, रासायनिक क्रिया कशा पायरी पायरीने घडून येतात, हें हावरने सिद्ध करून दाखविलें. त्याकरिता हावरने नायट्रो बेन्झिनचें अनिलिनमध्ये रूपान्तर ही क्रिया अभ्यासिली. विद्युत्प्रवाहाच्या साहाय्याने नायट्रो बेन्झिनमधील नायट्रो (ना. ऑ. - NO_2) अणुसमूहांतील दोन ऑक्सिजन-अणुऐवजी दोन हायड्रोजन अणु आणतां येतात. म्हणजे नायट्रो बेन्झिनचें ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ चें) क्षपण झाल्यावर त्यापासून अनिलिन ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) मिळतें. नायट्रोबेन्झिनपासून अनिलिन मिळवण्यामध्ये यश मिळविल्या-नंतर हावरने विद्युद्रसायनाचा जास्त तात्त्विक अभ्यास केला व त्या विषयावर पुस्तक लिहिलें.

त्याचप्रमाणे वायुस्वरूपांत घडून येणाऱ्या रासायनिक क्रिया घडून येत असतां, शक्तीचा किती व्यय होतो याचा विचार करून सोपपत्तिक शास्त्र व औद्योगिक क्षेत्रांतील उत्पत्तिशास्त्र यांचा समन्वय घालण्याचा प्रयत्न केला.

हावरने केलेले संशोधन लोकांच्या लक्षांत येण्यास फार वेळ लागला नाही, व १९०६ सालीं कार्ल्सरुहे येथील औद्योगिक शाळेमध्ये त्याची प्राध्यापक म्हणून नेमणूक झाली.

या वेळपर्यंत हायड्रोजन व नायट्रोजन वायूंचा संयोग घडवून आणून अमोनिया वनविण्याविषयीच्या संशोधनास हावरने सुरुवात केली होती. हावरने सुरू केलेल्या संशोधनाचे महत्त्व जाणून कार्ल एंग्लर या औद्योगिक रसायनशास्त्रांतील प्रमुख प्राध्यापकाने, कार्ल्सरुहेजवळील लुडविगशाफेन गावांतील वाडिश अँनिलिन उंड सोडाफाब्रिक (याच कारखान्याचे पुढे आय्. जी. या प्रचंड कारखान्यामध्ये रूपान्तर झाले.) कारखान्याच्या चालकांचे हावरने सुरू केलेल्या संशोधनाकडे लक्ष वेधले. हावरने सुरू केलेले संशोधन यशस्वी झाल्यास, औद्योगिक क्षेत्रांत क्रांति होणार होती व त्यामुळे रासायनिक उद्योगधंद्यांच्या दृष्टीने हावरच्या संशोधनाचे विशेष महत्त्व होतें. हावरच्या संशोधनाचे महत्त्व जाणून, वाडिश अँनिलिन उंड सोडाफाब्रिक कंपनीतर्फे कार्ल वॉश रसायनशास्त्रज्ञ व अल्विन मिटाश, चालकमंडळाचा सदस्य या जोडीने मुद्दाम कार्ल्सरुहे गावास भेट देऊन, हावर व त्याच्या सहकाऱ्यांनी प्रयोगशाळेंत वनविलेल्या अमोनियाचा पहिला नमुना आपल्या डोळ्याखाळून घातला व हावरचा संशोधनाचा औद्योगिक क्षेत्रांत काय उपयोग होईल याचा अंदाज घेतला. कार्ल वॉश व अल्विन मिटाश यांच्या खास शिफारशीमुळे अँनिलिन सोडाफाब्रिक कंपनीने हावरची पद्धत वापरून अमोनियाची निर्मिती करण्यास सुरुवात केली.

रसायनशास्त्रांत संशोधन करण्याकरिता, व जर्मनींत ठिकठिकाणीं चालू असलेले संशोधन, उत्तम प्रयोगशाळेंत केल्यास जास्त फलदायी होईल या उद्देशाने जर्मन सरकारने १९११ सालीं कैसर विल्हेल्म इन्स्टिट्यूटची स्थापना केली, व तिच्या प्रमुखपदावर हावरची नेमणूक केली. या संस्थेच्या

कामकाजाचा पसारा हाबरने १९११ पासून १९३३ पर्यंत पाहिला व त्या निमित्ताने त्याचें १९३३ पर्यंत वॉर्लिन डालेम या गावीं वास्तव्य होतें.

ह्या बावीस वर्षांच्या दीर्घ कालखंडामध्ये हाबरने त्या संस्थेच्या कार्याचा विस्तार खूप वाढविला. संस्था सुरू झाल्यानंतर तीनच वर्षांनी पहिलें महायुद्ध सुरू झाल्याने व त्या महायुद्धांत जर्मन राष्ट्र प्रामुख्याने असल्यामुळे, महायुद्धाच्या कालांत जर्मनीमधील तात्त्विक संशोधन बंद पडलें. जर्मन शास्त्रज्ञांना युद्धविषयक साहित्य व रसायने यांच्या निर्मितीस वाहून घ्यावें लागलें. अर्थात्च हाबरलाहि आपलें संशोधन बंद ठेवून युद्ध साहित्याच्या निर्मितीकडे लक्ष पुरवावें लागलें. त्याच कालांत जर्मन सेनापतींनी विषारी वायूचा वापर करण्याचें ठरवून १९१५ सालीं प्रथमतः क्लोरिन वायु या कामासाठी दोस्त सैन्याविरुद्ध वापरला. त्यास प्रत्युत्तर म्हणून दोस्त राष्ट्रांनीहि विषारी वायु वापरण्यास सुरुवात केली. फ्रेंच सैन्याने क्लोरिनहून जास्त विषारी असा फॉस्जिन वायु वापरून जर्मन सैन्याची त्रेधा तिरपीट उडविली. विषारी वायूंची निर्मिती व विषारी वायूस तोंड देण्यासाठी विविध साहित्याची निर्मिती, जर्मनीच्या सैन्यास जरूर असलेल्या युद्धसाहित्याची निर्मिती, तोफखान्यासाठी किंवा बॉम्बमध्ये वापरण्यास जरूर असलेल्या स्फोटक द्रव्यांची निर्मिती इत्यादि विविध युद्धविषयक संशोधनांत हाबरचीं चार-पांच वर्षे गेलीं.

१९१९ सालीं महायुद्ध संपल्यानंतर, पराजय पावलेल्या जर्मन राष्ट्राला पैशाच्या तुटवड्याचा प्रश्न भेडसावूं लागला. दोस्त राष्ट्रांनी लादलेली प्रचंड खंडणी कशी द्यावी हें कोडें जर्मनीच्या अर्थमंत्र्यास सुटेना. जर्मन राष्ट्र पराजित झालें होतें तरी त्याचा धीर खचला नव्हता. पुढे असलेल्या अडचणींतून मार्ग काढण्यासाठी जर्मन राष्ट्राने प्रयत्न सुरू केले. या वेळीं, ' समुद्रापासून आठ कोटी टन सोने काढतां येईल ' या

अर्हेनियसच्या म्हणण्याची हावरला आठवण झाली. सर्व समुद्रांच्या पाण्यांत एकंदर आठ कोटी टन सोने असलें तरी तें समुद्राच्या पाण्यांत इतक्या सूक्ष्म प्रमाणांत असतें की, सर्वसाधारण विश्लेषणाच्या पद्धतीने त्याचा समुद्राच्या पाण्यांत शोध लागणेंहि कठीण आहे. पण जर हें सोने समुद्राच्या पाण्यापासून मिळवितां आलें तर जर्मनीवर लादलेली खंडणी सहजरीत्या परत करतां येईल या दुर्दम्य आशावादाने व राष्ट्रभक्तीने प्रेरित होऊन हावरने हें कार्य हातीं घेतलें. परंतु दुर्दैवाची गोष्ट ही की, हावरच्या प्रयत्नास जरा सुद्धा यश प्राप्त झालें नाही. प्रयोगांत जरी यश आलें नाही तरी हावरने आपले सर्व प्रयोग प्रसिद्ध करावेत, त्या अपयशाच्या अभ्यासांतून यशाचा मार्ग मिळेल अशी मित्रत्वाच्या नात्याने रिचर्ड विल्स्टटर याने केलेली सूचना हावरने मानली नाही. इतका त्या अपयशाचा हावरच्या मनावर परिणाम झाला.

त्यानंतर त्याने पायरोलिसिस विषयाकडे पुन्हा लक्ष वळविलें. पूर्वी वापरलें होतें त्यापेक्षा जास्त उष्णतामान वापरून, व कॅटॅलिस्टचा उपयोग करून पायरोलिसिसमध्ये काय फरक होतो याचा त्याने विशेष अभ्यास केला.

वन्याचशा शास्त्रीय विषयांची माहिती व कल्पक बुद्धिमत्ता यांच्या जोरावर हावरने कैसर विल्हेल्म इन्स्टिट्यूटमध्ये, निरनिराळ्या विषयांवरील संशोधनास चालना दिली व तरुण पिढींतील शास्त्रज्ञांस प्रोत्साहन दिलें. त्याने संशोधनाच्या बाबतींत अंगीकारलेल्या धोरणामुळे जर्मन राष्ट्राचें पुनरुत्थान होण्यास पुष्कळच मदत झाली. त्याने ज्या शास्त्रीय दृष्टिकोनांतून जर्मन उद्योगधंद्यांचा अभ्यास केला होता, त्याचा ते उद्योगधंदे वाढविण्यासाठी पुष्कळच उपयोग झाला. जर्मनीची आर्थिक व औद्योगिक परिस्थिति जशी बदलत गेली तशीच जर्मनींतील राजकीय परिस्थितीहि बदलत होती. कट्टर राष्ट्रीयवादी नाझी पार्टीची स्थापना झाली होती व

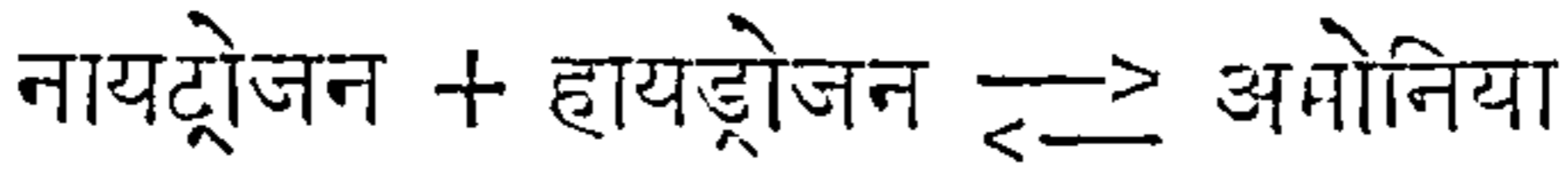
राजकीय सत्ता आपल्या हातीं घेण्याची त्या पार्टीच्या हिटलर, गोरिंग इत्यादि पुढाऱ्यांची धडपड सुरू झाली होती. कडर राष्ट्रवादाच्या जोडीला ज्यूद्वेषाचा वणवा नाझी पुढाऱ्यांनी पेटविला व महायुद्धांतील अपयशाचें खापर ज्यूजमातीवर फोडून, त्या जमातीच्या छळवादास सुरुवात केली. कडर राष्ट्रवाद व ज्यूद्वेष या दुहेरी ध्येयाने प्रेरित झालेली नाझी पार्टी अधिकारावर आल्यावर हाबरचें जर्मनीमधील कार्य संपलें असें ठरलें. हाबर जरी जर्मन नागरिक होता व जर्मन राष्ट्राच्या उन्नतीसाठी त्याने कष्ट उपसले होते तरी तो ज्यू होता. जन्माने ज्यू व संस्काराने जर्मन असलेल्या हाबरची, आपल्या पितृभूमीसाठी घेतलेल्या कष्टांचें नव्या राजवटींत चीज होणार नाही अशी खात्री झाली. नैराश्याने त्यास पूर्णपणे ग्रासलें व अत्यंत दुःखित अंतःकरणाने त्याने आपल्या पितृभूमीचा निरोप घेतला. व त्याचें वास्तव्य त्यानंतर स्वित्झर्लंडमध्ये होतें व तेथेच त्यास १९३४ मध्ये मृत्यूने गाठलें.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें कार्य

नायट्रोजन आणि हायड्रोजन यांचे संयोग घडवून आणायचा या सकृददर्शनीं अत्यंत कठीण वाटणाऱ्या गोष्टीस हाबरने हात घालावा व अशक्य वाटत असलेली गोष्ट शक्य कोटींत आणावी या प्रकारामुळे हाबर व त्याचें संशोधन याबद्दल एक तऱ्हेचें कुतूहल निर्माण झालें. नायट्रोजन आणि हैड्रोजन यांचा संयोग घडवून आणून अमोनियानिर्मितीची एखादी सुलभ व स्वस्त पद्धत उपलब्ध झाल्यास, तीमुळे औद्योगिक जगतांत क्रांति घडून येईल ही गोष्ट बहुतेक शास्त्रज्ञांच्या डोळ्यांसमोर होती. पण औद्योगिक क्रांतीचें ध्येय डोळ्यांसमोर ठेवून हाबरने या संशोधनास हात घातला असें म्हणणें चूक ठरेल. नायट्रोजन व हायड्रोजन या दोन वायूंचा संयोग घडवून आणतां येणें शक्य आहे किंवा नाही हें त्याला प्रथमतः ठरवायचें होतें. एखादी क्रिया प्रयोगशाळेंत यशस्वी झाली म्हणजे ती लगेच

औद्योगिक क्षेत्रांत वापरली जाते असें नाही. प्रयोगशाळेंत यशस्वी ठरलेली क्रिया, औद्योगिक क्षेत्रांत वापरण्यापूर्वी वऱ्याच गोष्टींचा विचार व्हावा लागतो. त्यांतल्या त्यांत एखाद्या क्रियेमुळे किती फायदा होणार आहे या आर्थिक दृष्टींतून त्या क्रियेचा विचार व्हावा लागतो.

रासायनिक क्रियांच्या समतोलत्वाचा विचार करीत असतां, हावर व त्यांचे सहकारी रॉवर्ट ली. रॉसिनॉल यांनी



या रासायनिक प्रक्रियेच्या तात्त्विक अभ्यासास सुरुवात केली. यापूर्वी एकदा याच रासायनिक क्रियेचा तात्त्विक विचार करण्याचा प्रयत्न करून, तो प्रयत्न अर्धवट स्थितींतच हावरने सोडून दिला होता. १९०५ ते १९०८ या तीन वर्षांत हावरने हवेच्या द्रवीकरणाचा सांगोपांग अभ्यास केला होता. वातावरणाच्या दावाच्या दोनशें पट दाव वापरून व क्रमाक्रमानें हवा थंड करून द्रवरूप हवा कशी मिळवावी या कृतीचा त्याने अभ्यास केला. कार्बन मोनॉक्साइड व अल्कली यांच्यांत ठराविक उष्णतामानावर व वऱ्याचशा दावाखाली रासायनिक क्रिया घडवून आणून सोडियम फॉर्मेट व त्यापासून फॉर्निक अम्ल कसे बनवायचे या क्रियेचाहि सूक्ष्म अभ्यास त्याने केला होता. या अभ्यासावरून योग्य तो दाव व योग्य तें उष्णतामान वापरल्यास, नायट्रोजन व हायड्रोजन यांचा संयोग घडवून आणतां येईल व प्रयोगशाळेंत अमोनिया बनविण्याचें आपलें स्वप्न खरें ठरेल असें हावरला वाटू लागलें. परंतु औद्योगिक क्षेत्रांत काम करणाऱ्या रासायनशास्त्रज्ञांनी ही क्रिया घडवून आणतां येणार नाही असें मत व्यक्त केलें होतें. त्यामुळे प्रयोगशाळेंत अमोनिया तयार करण्याचा चमत्कार केल्याखेरीज या मंडळींचा आपल्या विवेचनावर विश्वास बसणार नाही असें हावरने ठरविलें व तो प्रयोगाची जमवाजमव करूं लागला.

नायट्रोजन, हायड्रोजन आणि अमोनिया यांच्यांतील समतोलत्वाचा

विचार केल्यास, जास्त दाबाखाली ही क्रिया घडवून आणल्यास अमोनियाची निर्मिती व्हावी असा हाबरने अंदाज केला. प्रयोगशाळेत वातावरणाच्या दोनशे पट दाब देतां येईल अशी यंत्रसामुग्री उपलब्ध होती आणि त्यामुळे दोनशे वातावरणाइतक्या दाबाखाली नायट्रोजन व हायड्रोजन यांच्या रासायनिक क्रियेचा अभ्यास हाबरने विशेष केला. दोनशे वातावरणाइतका दाब वापरून, मॅगनीज किंवा लोह ह्या धातूंचें बारीक चूर्ण कॅटलिस्ट म्हणून वापरल्यास, ७००° सेन्टिग्रेड उष्णतामानाच्या आसपास, नायट्रोजन आणि हायड्रोजन यांचा संयोग होऊं शकतो असें हाबरला आढळलें. या प्रयोगाने सिद्ध झालेलें प्रायोगिक सत्य अत्यंत महत्त्वाचें होतें. हीच क्रिया कमी उष्णतामानावर म्हणजे ५००° किंवा ६००° सेन्टिग्रेडला घडवून आणतां आली तर प्रयोग जास्त सफल झाला असें मानतां येईल, हें ध्यानांत ठेवून हाबरने आपले प्रयोग चालू ठेवले. कॅटलिस्ट वापरल्यास रासायनिक क्रिया जास्त वेगाने घडवून आणतां येतात व कॅटलिस्टच्या गुणावगुणावर रासायनिक क्रियेचा वेग ठरत असतो. रासायनिक क्रियेंत प्रत्यक्ष भाग न घेतां, रासायनिक क्रियेचा वेग वाढविण्याचें कार्य कॅटलिस्ट करीत असतात. तेव्हा मॅगनीज किंवा लोह याऐवजी, आवर्तनपटांतील सातव्या व आठव्या गटांतील धातु कॅटलिस्ट म्हणून वापरून पाहावेत असें हाबरने ठरवलें. त्याप्रमाणे प्रयोग करून पाहतां क्रोमियम, निकेल, युरॅनियम आणि ऑस्मियम हे धातु लोह किंवा मॅगनीजइतके किंवा त्याहून जास्त उत्तम काम देतात असें आढळून आलें. ह्यांपैकी कोणत्याहि धातूचें विशिष्ट तऱ्हेने तयार केलेलें चूर्ण कॅटलिस्ट म्हणून वापरल्यास दोनशे वातावरणाइतक्या दाबाच्या आसपास, नायट्रोजन व हायड्रोजन यांचा संयोग घडवून आणून, त्यांपासून अमोनिया तयार करतां येतो, याची हाबरची खात्री झाली. कॅटलिस्ट कमी प्रमाणांत वापरूनहि अमोनियाच्या निर्मितीचा वेग पाहिजे

तसा मिळत होता. १९०५ सालीं केलेल्या प्रयोगांमध्ये नायट्रोजन व हायड्रोजनपैकी ५ टक्के वायूंचा संयोग होतो, व संयोग न पावलेले ९५ टक्के नायट्रोजन व हायड्रोजन वायु पुनः पुन्हा कॅटॅलिस्टवरून जाऊं दिल्यास त्यांचाहि संयोग घडून येतो, हें समजून आलें. त्यामुळे अमोनिया बनविण्याची कृति फक्त प्रयोगशाळेंतील कुतूहलाचा विषय न राहतां, ती कृति उद्योगधंद्यांत अमोनियाच्या विपुल निर्मितीसाठी वापरतां येईल असें वाटूं लागलें. पांच टक्के नायट्रोजन व हायड्रोजनचें संयोगीकरण झाल्यानंतर मागे राहिलेल्या ९५ टक्के वायूंचें संयोगीकरण घडवून आणण्यासाठी, हे वायु कॅटॅलिस्टवरून पुनः पुन्हा कसे खेळवायचे, त्यासाठी कोणत्या यंत्र-सामुग्रीची योजना करावची याचा हावरने विचार सुरू केला.

या सुमारास हावरने सुरू केलेल्या प्रयोगांचें महत्त्व जाणून वाडिश अॅनिलिन उंड सोडाफाब्रिक कंपनीने त्यास सर्वतोपरी सहकार्य देण्याचें ठरविलें व त्यामुळे हावरची अमोनिया तयार करण्याची पद्धत ही एक क्रांतिकारक योजना ठरली.

हावरच्या संशोधनकार्यानंतर अमोनिया निर्माण करण्याच्या पद्धतीमध्ये किती तरी सुधारणा झाली. ही क्रिया दोनशे वातावरणाइतक्या दाबाखाली घडवून आणण्याऐवजी ती त्याहूनहि जास्त दाबाखाली घडवून आणल्यास अमोनियाची निर्मिती जास्त होते हें जाणून इतका प्रचंड दाब वापरतां येईल, अशा तऱ्हेची यंत्रसामुग्री निर्माण झाली. नवीन कॅटॅलिस्ट शोधले गेले व कॅटॅलिस्ट बनविण्याच्या पद्धतींत सुधारणा झाली. तरी मूळ पद्धतींतील कांही गोष्टी जशाच्या तशा राहिल्या. दोनशे वातावरणाइतक्या दाबाखाली, ५००° - ६००° सेन्टिग्रेड उष्णतामान ठेवून, कॅटॅलिस्टच्या साहाय्याने नायट्रोजन व हायड्रोजनचा संयोग घडवून आणल्यानंतर, संयोग न पावलेले वायु पुनः पुन्हा कॅटॅलिस्टवर फिरवून त्यांचा क्रमाक्रमाने संयोग घडवून आणणें या क्रिया होत असतां उष्णता निर्माण होत असते

व त्या उष्णतेचा अमोनियाच्या निर्मितीवर अनिष्ट परिणाम होत असतो. त्यामुळे नायट्रोजन व हायड्रोजन वायूंच्या संयोगांतून निर्माण होणारी उष्णता शक्य तितक्या लवकर शोषून घेऊन, रासायनिक क्रियेचें उष्णता-मान $५००^{\circ}-६००^{\circ}$ सेन्टिग्रेड एवढेंच राहिल याची काळजी घेणें जरूर पडतें. यासाठी या वायूंचें मिश्रणच, संयोगांतून निर्माण होणारी उष्णता शोषण्यासाठी वापरतात व कॅटलिस्टवरून जाणारें मिश्रण फक्त $५००^{\circ}-६००^{\circ}$ सेन्टिग्रेड या उष्णतामानावरच राहिल अशा तऱ्हेने त्या वायूंचा संयोग घडवून आणण्यांत येतो. यासाठी हाबरने केलेल्या योजनेंत फारसा फरक घडून आलेला नाही.

हाबरच्या संशोधनाचे परिणाम

अठरावें शतक संपेपर्यंत अमोनिया वायु, नायट्रोजन व हायड्रोजन यांच्या संयोगाने निर्माण झाला आहे हें शास्त्रज्ञांना कळून आलें. तेव्हापासून नायट्रोजन व हायड्रोजन यांचा संयोग करण्याचे प्रयत्न सुरू होते. त्यांपैकी कोणत्याच प्रयत्नांना यश आलें नव्हतें व त्यामुळे नायट्रोजन व हायड्रोजनपासून अमोनिया बनविण्याचें कार्य केव्हा तरी सफल होईल, अशी आशासुद्धा शास्त्रज्ञांना राहिली नव्हती. पण रासायनिक क्रिया व शक्ति यांचा समन्वय घालण्याचा बर्थलोने जो प्रयत्न केला, व जो एक सिद्धान्त मांडला त्याच्या आधारेणें, नायट्रोजन व हायड्रोजनचा संयोग होण्याची क्रिया शक्य व संभाव्य कोटींतील इतकेंच नव्हे तर ही क्रिया घडवून आणण्याकरिता काय केलें पाहिजे म्हणजे किती उष्णता-मान ठेवून व किती दाबाखाली ही क्रिया घडवून आणण्याचा प्रयत्न करावा याचा विचार करणें शक्य झालें. या एकाच रासायनिक क्रियेचा नाही तर कोणत्याहि रासायनिक क्रियेचा तात्विक विचार केल्यानंतर ती क्रिया यशस्वी रीतीने घडवून आणण्याकरिता काय केलें पाहिजे, उष्णता-मान वाढवावें की कमी करावें, रासायनिक क्रियेंत भाग घेणाऱ्या पदार्थावरील

दाव वाढवावा, की कमी करावा हें सांगतां येणें सुलभ झालें. नायट्रोजन व हायड्रोजन यांतील रासायनिक क्रियेचा तात्त्विक विचार करून, ती-विषयी केलेले अंदाज प्रत्यक्षांत खरे ठरले यांतच त्या तात्त्विक विचार-सरणीचा विचार आहे असें म्हटलें पाहिजे.

दोनशे वातावरणाइतक्या प्रचंड दावाखाली रासायनिक क्रिया घडवून आणायची तर हा दाव सहन करील अशा तऱ्हेची यंत्रसामुग्री निर्माण करणें जरूर पडलें. धातुशास्त्रामध्ये फारच सुधारणा झाल्याकारणाने अशी सामुग्री जर्मन तंत्रज्ञांनी निर्माण केली, व प्रचंड दावाखाली रासायनिक क्रिया घडवून आणण्याचा एक नवीन पायंडा पाडला. यानंतर दोनशे, तीनशे, चारशे वातावरणाइतक्या किंवा त्याहूनहि प्रचंड दावाखाली निरनिराळ्या रासायनिक क्रिया घडवून आणण्याचें कार्य इंग्लंड, फ्रान्स, जर्मनी व अमेरिका यांतील कारखान्यांतून सुरू झालें.

कार्ल वॉश अल्विन मिटाश यांनी हावरच्या प्रयोगशाळेला भेट देऊन, हावरने केलेली अमोनियाची निर्मिती डोळ्याखालून घातली. त्या वेळीं फक्त १०० ग्रॅम अमोनिया हावरच्या पद्धतीने बनविला होता. त्यानंतर चारच वर्षांनी, वर्षाला ६५०० टन अमोनिया हावरच्या पद्धतीने निर्माण होऊं लागला, व त्याच्या निर्मितीचा वेग सारखा वाढत राहून, १९१८ पर्यंत हा आकडा दोन लाख टनांपर्यंत पोहोचला. सद्यःस्थितींत दोन लाख हा आकडा एखाद्या देशांतील अमोनियाच्या निर्मितीचा असेल. १९४८ सालीं पंचावन लाख टन अमोनिया हावरच्या किंवा तत्सदृश पद्धतीने तयार केला गेला. त्यानंतरच्या वारा वर्षांत अमोनियाच्या निर्मितीचा वेग सारखा वाढतच आहे. हिंदुस्थानसारख्या औद्योगिक क्षेत्रांत मागासलेल्या राष्ट्राने सुद्धां सिन्धी या गावीं अमोनिया निर्मितीसाठी एक प्रचंड कारखाना उभारला आहे. आमोनिया व त्याचे क्षार खतांसाठी वापरले जात असल्याने अन्नधान्यांची उत्पत्ति वाढविण्यासाठी, अमोनियाची निर्मिती

वाढविण्याचे सारखे प्रयत्न सुरू आहेत.

अमोनिया तयार करण्याची हाबरची पद्धत हा शोध एखाद्या दुधारी सुरीसारखा झाला. ज्या अमोनियामुळे अन्नधान्याची निर्मिती वाढली व जीवनास प्रोत्साहन मिळाले तोच अमोनियाहि जीवनाच्या नाशास कारणीभूत झाला. याच अमोनियापासून नायट्रिक अम्ल बनवितां येते. अमोनिया वायु व हवा यांचें मिश्रण प्लॅटिनम धातूच्या जाळीच्या पिंजऱ्यांतून ७००° सेंटिग्रेड उष्णतामान असतांना नेले तर नायट्रिक ऑक्साइड मिळते. त्यापासून नायट्रोजन डायॉक्साइड व त्यापासून नायट्रिक अम्ल मिळवितां येते, असें विल्हेल्म ओस्टवाल्डने दाखवून दिले. एकदा नायट्रिक अम्ल मिळाले की त्याचा उपयोग करून नायट्रो ग्लिसरीन, टी. एन्. टी यासारखीं स्फोटक द्रव्ये बनवितां येतात. पहिल्या महायुद्धापूर्वी चिली-देशांत सापडणाऱ्या सोडियम नायट्रेटपासून नायट्रिक अम्ल बनवित असत. महायुद्धामध्ये चिलीकडील सोडियम नायट्रेट जर्मनीला मिळेना व नायट्रिक अम्लाच्या अभावीं स्फोटक द्रव्यांचा जर्मनीमध्ये तुटवडा पडेल असा दोस्त राष्ट्रांचा अंदाज होता. पण हाबरच्या पद्धतीने नायट्रिक अम्ल बनवून जर्मन शास्त्रज्ञांनी स्फोटक द्रव्यांचा जरा सुद्धा तुटवडा भासू दिला नाही. युद्धासारख्या संहारक कार्यासाठी स्फोटक द्रव्यांचा किती उपयोग होतो हे पुनः पुन्हा विशद करून सांगण्याची जरूर नाही. पण हीच स्फोटक द्रव्ये खाणीमध्ये देखील अत्यंत उपयोगी पडतात हेहि आपण ध्यानांत ठेवले पाहिजे.

हाबरची अमोनियानिर्मितीची पद्धत समजून घेतल्यानंतर इंग्लंड, फ्रान्स इटली व अमेरिका या देशांतील शास्त्रज्ञांनी त्या पद्धतीविषयी आणखी संशोधन केले व अमोनियाची निर्मिती वाढविण्याच्या दृष्टीने तीत फेरबदल करून, त्या त्या पद्धति आपल्या देशांतील कारखान्यांतून वापरल्या. दरवर्षी चालू असलेल्या अमोनिया-निर्मितीचा आकडा पाहिल्यानंतर, एवढ्याशा

बीजापासून मोठ्या प्रचंड वृक्षाचा विस्तार व्हावा व त्या वृक्षाच्या छायेखाली कित्येक लोकांनी आसरा घ्यावा या गोष्टीची आठवण येते. हावरचें संशोधन सध्या चालू असलेल्या अमोनियाच्या प्रचंड निर्मितीस बीजरूप ठरलें अशी कबुली देणें कोणासहि भाग पडेल.

—:०:—

: १९१९ :

या वर्षी नोबेल पारितोषिक दिलें गेलें नाहीं.

—:०:—

: १९२० :

वॉल्टर नन्स्ट

(१८६४-१९४१)

चरित्र

पश्चिम प्रशियांतील ब्रायसेन गावीं वॉल्टर नन्स्ट यांचा जन्म झाला. १८८७ सालीं वुर्त्झवर्ग विद्यापीठांतून पदवी परीक्षा पास होण्याअगोदर त्याने निरनिराळ्या विद्या-

पीठांतून गणित व पदार्थविज्ञान यांचा अभ्यास केला होता. धातूच्या तापवलेल्या पट्टीवर लोहचुंबकाचा प्रयोग करून विद्युत्शक्तीची निर्मिती या विषयावर त्याने संशोधन करून, त्या संशोधनावरील निबंध त्याने डॉक्टरेट पदवीसाठी सादर केला. त्यास डॉक्टरेट पदवी मिळाली त्या वर्षी त्याची ग्राझ शहरीं विल्हेल्म ओस्वाल्ड या विख्यात शास्त्रज्ञाशीं भेट झाली. त्या वेळीं ओस्वाल्डशीं झालेल्या चर्चेतून 'उष्णता आणि विद्युत्शक्ति यांचा परस्परांतील संबंध व त्यांचा रासायनिक आकर्षणावर परिणाम' याविषयी त्याचें कुतूहल जागृत झालें. ओस्वाल्डच्या मार्गदर्शनाचा फायदा मिळाल्यास आपली त्या विषयांत चांगली गति होईल या कल्पनेने त्याने ओस्वाल्डच्या हाताखाली काम करण्याचें ठरविलें. त्याप्रमाणे त्याने लार्डझिंग येथे ओस्वाल्डच्या हाताखाली पुढील संशोधनास सुरुवात केली.

“ थर्मोडिनेमिक्स किंवा उष्णतेचा तात्त्विक विचार या विषयावरील संशोधनासाठी नोबेल पारितोषिक ”

१८०१ सालीं व्होल्टाने विद्युत्शक्ति निर्माण करण्याच्या घटाचा शोध लावल्यापासून या विद्युद्घटामध्ये वीज कशी निर्माण होते हा एक वादाचा प्रश्न होता. या प्रश्नाला नन्स्टने सहज पटण्यासारखें उत्तर शोधून काढलें. त्याच्या मताप्रमाणे धातूमध्ये विद्युद्भार वाहण्याची क्षमता असलेले बरेचसे कण असतात. विलयनामध्ये विद्युद्भार धारण केलेले धातूचे कण किंवा फॅरॅडेच्या संज्ञेप्रमाणे धातूचे अयन असतात. धातूतील विद्युद्भार वाहण्याची क्षमता असलेले कण ठराविक दावाखाली असतात. त्यालाच नन्स्टने धातूपासून अयन मिळण्याचा भार असें नांव दिलें. त्यालाच इंग्रजींत Solution Pressure म्हणतात. या सोल्युशन प्रेशरमुळे धातूचे कण विलयनांत जाऊन त्यांचे अयन बनतात. धातूभोवती असलेल्या विलयनामध्ये धातूचे अयन असतात. या अयनामुळे विलयनांत ऑस्मॉटिक प्रेशर किंवा तर्षणीय दाब निर्माण होतो. अयनांमध्ये आपला विद्युद्भार टाकून विद्युत्भाररहित कण होण्याची प्रवृत्ति असते. धातूची कणांचे अयन बनण्याची प्रवृत्ति व विलयनांतील अयनांची धातुकण बनण्याची प्रवृत्ति या दोनही प्रवृत्ति एकमेकींविरुद्ध काम करीत असतात. या दोहींपैकी कोणती प्रवृत्ति जास्त प्रबल आहे त्यावर धातु विलयनांत जाऊन त्याचे अयन बनणार की, विलयनांतील अयनांचे धातु कण बनणार हें ठरत असतें. धातूपासून धातूचें अयन निर्माण होण्याच्या क्रियेमुळे किंवा अयनापासून धातुकण निर्माण होण्याच्या क्रियेमुळे विद्युद्भार निर्माण होतो, व त्यापासून विद्युत्-प्रवाहाची निर्मिती होते. ही उपपत्ति 'नन्स्टची सोल्युशन प्रेशर थिअरी' म्हणून प्रसिद्ध आहे.

ओ. डॅमर यांनी १८९१ मध्ये लिहिलेल्या अकार्बनीय रसायन या ग्रंथास प्रस्तावना लिहितांना नन्स्टने रसायनशास्त्रांतील निरनिराळ्या उपपत्तींचा आढावा घेतला होता. दोन वर्षांनंतर हाच आढावा नीट ठाकठीकपणे विस्तृत करून, "अव्होगाद्रोचा नियम व थर्मोडिनेमिक्स

यांच्या दृष्टिकोनांतून रसायनशास्त्रांतील उपपत्तींचा विचार ” असें लांबलचक नांव असलेलें पुस्तक प्रसिद्ध केलें. त्यांत त्याने शास्त्रीय उपपत्तीविषयी एक नवीन विचार शास्त्रज्ञांपुढे मांडला. त्यांत नन्स्टने म्हटलें आहे, “वैज्ञानिक शास्त्रज्ञांच्या दृष्टीने आता फारच महत्त्वाचा काल येऊन ठेपला आहे. निरनिराळ्या उपपत्तीसंबंधी भिन्न भिन्न कल्पना पुढे मांडतां येणें शक्य आहे. आतापर्यंत मांडल्या गेलेल्या कांही कल्पना आता निश्चित स्वरूपाप्रत येऊन पोहोचल्या आहेत. त्यामुळे या कल्पनांना निश्चित स्वरूप देऊन त्या विस्तारपूर्वक मांडण्याचें कार्य आता करायला हरकत नाही.” हा त्याने मांडलेला विचार चुकीचा नव्हता व या वावर्तींत त्याची स्वतांची खात्री असल्याचे त्याने पुनः १९२१ सालीं लिहिलेल्या पुस्तकांत सांगितलें आहे. १९२१ सालीं लिहिलेल्या पुस्तकाच्या प्रस्तावनेमध्ये त्याने असें म्हटलें आहे की, विज्ञानशास्त्रांतील बराचशा उपपत्ति एखाद दुसरा दिवस टिकण्याइतक्या अल्पजीवी असतात; तर कांही खूप वेळपर्यंत टिकू शकतील व त्यांतील सत्य अबाधित राहिल अशा स्वरूपाच्या आहेत. त्यामुळे पुढे आलेल्या उपपत्ति घाई करून त्याज्य ठरविणें किंवा त्या उपपत्तीला सत्य समजून येण्यास वेळ लागेल अशा अर्थाने कांही काळपर्यंत वाट पाहत वसणें असे दोनच मार्ग उरतात.” १८६७ मध्ये बर्थेलोने पुढे मांडलेलें महत्तम कार्याचें तत्त्व विशद करण्याचा त्यांनी आपल्या पुस्तकांत प्रयत्न केला आहे. ‘कोणत्याहि बाह्य मदतीशिवाय घडून येणारी कोणतीहि रासायनिक क्रिया अशा तऱ्हेने घडून येते की तीमुळे जास्तींत जास्त उष्णता निर्माण होते.’ हें विधान थर्मोडिनेमिक्सचें तिसरें तत्त्व समजण्यांत येतें व तें सूत्ररूपाने खाली दिल्याप्रमाणे मांडतात :

अ = महत्तम कार्य

क = रासायनिक क्रिया घडून येत असतां बाहेर पडलेली उष्णता.

तर अ = क

नो ... ११

परंतु याअगोदर माहीत झालेले शक्तिविषयक जे नियम आहेत त्यांवरून महत्तम कार्य व रासायनिक क्रियेत भाग घेणाऱ्या वस्तूंच्या एकंदर शक्तींत घडून येणारा बदल यांमध्ये फरक असलाच पाहिजे. त्यासंबंधीचें सूत्र

उ = अ - क असें आहे. यामध्ये

अ = महत्तम कार्य.

उ = रासायनिक क्रियेत भाग घेणाऱ्या पदार्थांच्या शक्तींत घडून येणारा बदल.

क = रासायनिक क्रिया घडून येत असतां वाहेर पडलेली उष्णता.

म्हणजे या सूत्राप्रमाणे रासायनिक क्रियेत भाग घेणाऱ्या वस्तूंच्या एकंदर शक्तींतील बदल हा महत्तम कार्य व रासायनिक क्रिया घडून येतांना निर्माण होणारी उष्णता यामधील फरक एवढा असतो.

नन्स्टने असें ठरवले की, वर्थेलोचें अ = क हें सूत्र, सर्वांत कमी उष्णतामानावर म्हणजे - २७३° सेन्टिग्रेड या उष्णतामानावर खरें आहे. हें सांगतांना त्याने हेंहि नमूद करून ठेवले की, या तत्त्वामध्ये असलेलें सत्य आता जरी पडताळून पाहतां आलें नाही तरी तें खरें असल्याचा पुढे केव्हा तरी प्रत्यय येईल. नन्स्टने हें लिहिल्यानंतर जवळ जवळ तेरा वर्षांनी तें खरें असल्याचा प्रत्यय आला.

उष्णतेचा तात्त्विक विचार किंवा थर्मोडिनेमिक्समध्ये नन्स्टच्या नांवाने ओळखल्या जाणाऱ्या प्रमेयाचा प्रथम उच्चार त्यांनी १९०६ मध्ये केला. पुढच्याच वर्षी म्हणजे १९०७ सालीं सिलिमन व्याख्यानमालेंत दिलेल्या व्याख्यानांत त्यांनी हेंच तत्त्व जास्त विस्तारपूर्वक विशद केलें.

विलयनासंबंधीचें संशोधन, दावामुळे पदार्थ संकोच पावण्याचा गुण व अणुविस्तार यांमधील परस्परांमधील संबंध आणि निरनिराळ्या इतर तात्त्विक विषयांमध्ये त्यांनी जें संशोधन केलें तें अत्यंत मौलिक व दर्जे-

दार समजलें जातें. त्यांनी ज्या तोलाचें तात्त्विक संशोधन केलें आहे त्या मानाने त्यांनी प्रयोगशाळेंत केलेल्या संशोधनास कमी महत्त्व देतात.

विद्युत्प्रवाहाचा उजेड मिळण्यासाठी उपयोग व्हावा या दृष्टीने त्यांनी जे प्रयोग केले, त्यामुळे नन्स्टच्या दिव्याचा शोध लागला. टंग्स्टन व टॅन्टलम यांच्या अतिसूक्ष्म तारांचा वापर करून वनविलेले विजेचे दिवे जर पुढे प्रचारांत आले नसते, तर नन्स्टच्या दिव्यास कांही तरी महत्त्व प्राप्त झालें असतें. संगीताची आवड असल्याने त्याने विद्युच्छक्तीवर चालणारा एक पियानोहि तयार केला होता. हल्ली रेडिओमध्ये वापरतात तसा अॅम्प्लीफायर (ध्वनीची घनता व आकार वाढवा यासाठी केलेली योजना) त्या पियोनोमध्ये बसविला होता. पण हा विद्युत्पियानो गायकांच्या व वादकांच्या पसंतीस न उतरल्याने त्याची फक्त स्मृति मागे राहिली आहे.

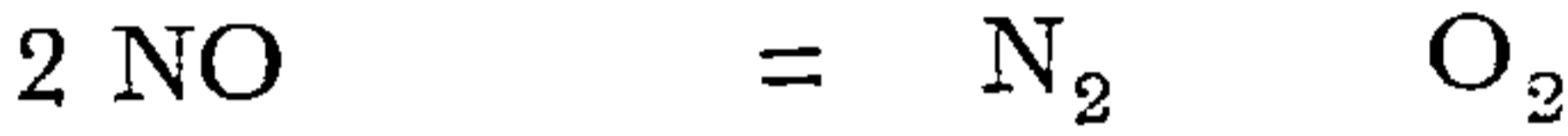
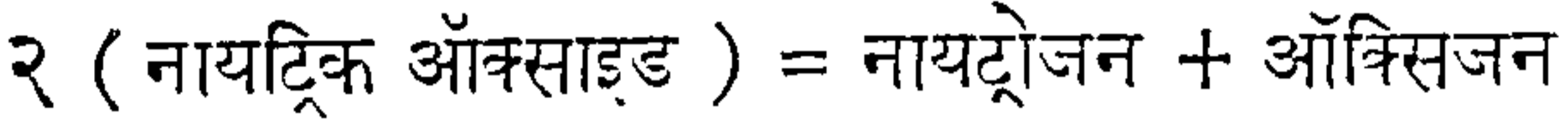
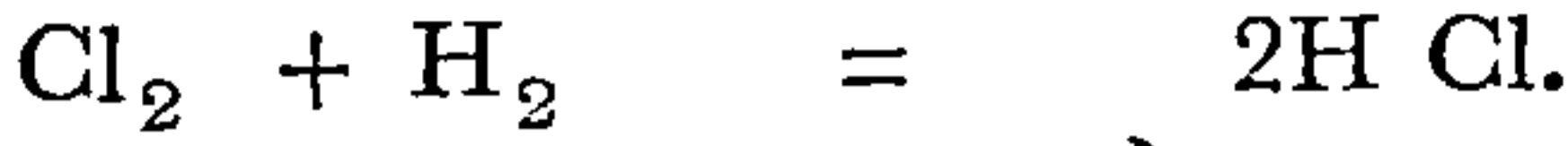
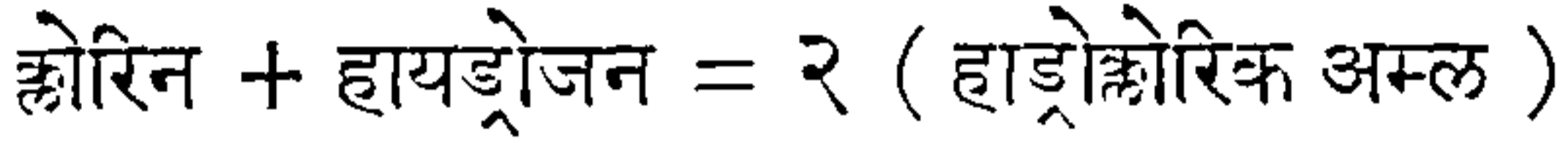
१९०५ पासून त्यांचें बर्लिनमध्ये वास्तव्य होतें. १९२४ ते १९३३ हीं नऊ वर्षे ते बर्लिनमधील प्रायोगिक विज्ञानसंस्थेचे संचालक होते. प्राध्यापक व एका मोठ्या संशोधन-संस्थेचे संचालक या नात्याने त्यांचा जर्मन विद्यार्थिवर्गाशी व कारखानदारांशी खूपच संबंध आला. त्यांच्या सखोल ज्ञानाचा जर्मनीतील निरनिराळ्या लघुगोष्टींमध्ये भरपूर उपयोग झाला.

नोबेल पारितोषिकासाठी मान्य झालेले कार्य

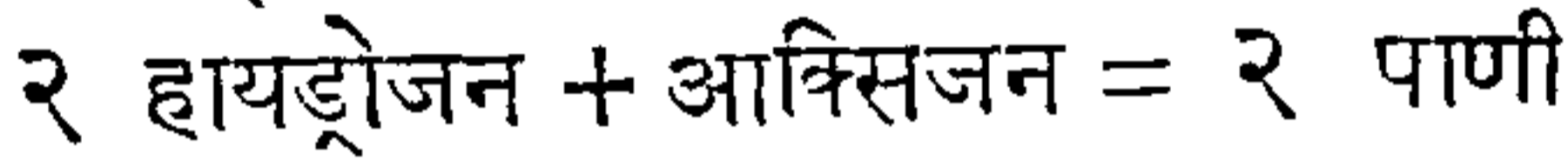
नोबेल पारितोषिक घेतल्यानंतर, आपल्या संशोधनाची माहिती देणारे एक व्याख्यान वॉल्टर नन्स्टने दिलें. त्या व्याख्यानाच्या आधारे, त्यांच्या संशोधनाचा गोषवारा पुढे दिला आहे :

रासायनिक समतोलत्व व रासायनिक क्रिया घडत असतांना बाहेर पडणारी उष्णता यांचा एकमेकांशी संबंध आहे असें नन्स्टना प्रथमतः आढळून आलें. ज्या रासायनिक क्रियांमध्ये क्रिया घडल्यानंतर, क्रियेंत

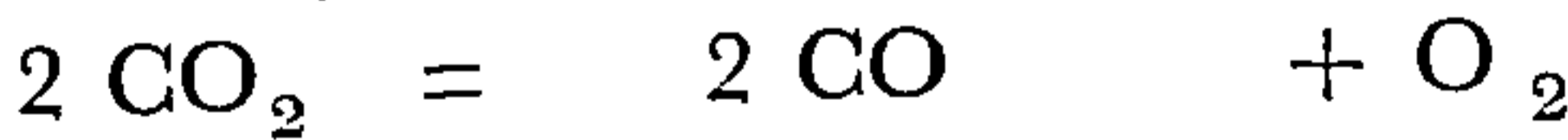
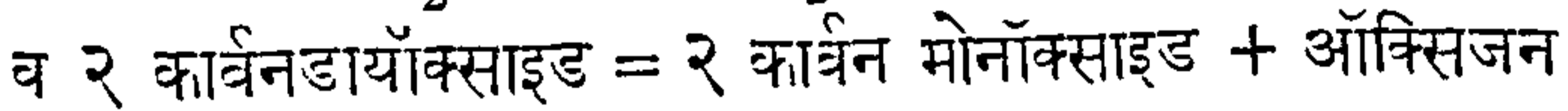
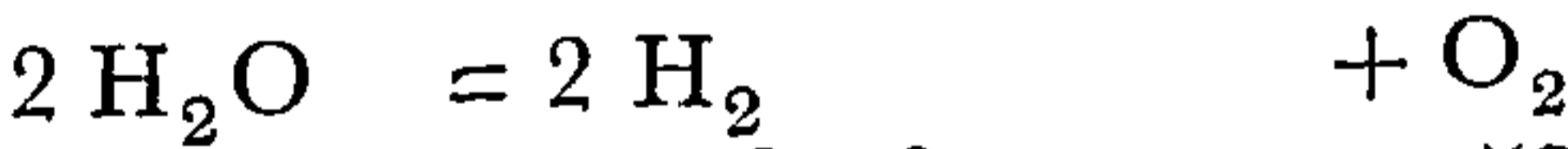
भाग घेणाऱ्या व्यूहाणूंच्या संख्येमध्ये फरक घडून येत नसल्यास ही गोष्ट खरी आहे असे त्याला समजून आले. उदाहरणार्थ—



या दोन्ही रासायनिक क्रियांमध्ये, रासायनिक क्रियेत भाग घेणाऱ्या व्यूहाणूंच्या संख्येत कांहीहि फरक घडून येत नाही. या दोन्ही रासायनिक क्रिया घडून येतांना, जवळ जवळ सारखीच उष्णता बाहेर पडते, व या दोन्ही रासायनिक क्रियांमध्ये, रासायनिक क्रियेत भाग घेणारे पदार्थ व क्रिया घडल्यानंतर तयार झालेले पदार्थ यांमधील समतोलत्व जवळ जवळ सारखेच आहे. ज्या क्रियांमध्ये क्रिया घडून आल्यानंतर क्रियेत भाग घेणाऱ्या व्यूहाणूंच्या संख्येत बदल घडून येतो तशा—



सारख्या क्रियांमध्ये रासायनिक समतोलत्व व रासायनिक क्रियेच्या वेळीं बाहेर पडणारी उष्णता यांचा संबंध तितक्या अचूकपणे सांगता येत नाही.



या दोन्ही क्रिया एकमेकीशीं वज्याचशा सारख्या आहेत. म्हणजे दोन जल व्यूहाणूंपासून दोन हायड्रोजनचे व्यूहाणु व एक ऑक्सिजनचा व्यूहाणु मिळतो, तर दुसऱ्या रासायनिक क्रियेमध्ये दोन कार्बन डायॉक्साइडच्या व्यूहाणूंपासून दोन कार्बन मोनॉक्साइडचे व्यूहाणु व एक

ऑक्सिजनचा व्यूहाणु मिळतो. वरीलसारख्या एकमेकीशीं सारख्या असलेल्या रासायनिक क्रियांच्या विचार केल्यास रासायनिक समतोलत्व व रासायनिक क्रिया घडून येतांना बाहेर पडणारी उष्णता यांचा परस्पराशीं संबंध असल्याचें दिसून येतें. अशा तऱ्हेने बऱ्याचशा रासायनिक क्रियांचा अभ्यास केल्यानंतर, रासायनिक समतोलत्वाचें, रासायनिक क्रियेच्या वेळीं बाहेर पडणाऱ्या उष्णतेच्या दृष्टिकोनांतून कसें गणित मांडावें या विषयावर १९०६ सालीं नन्स्टने एक निबंध प्रसिद्ध केला. त्या निबंधामध्ये नन्स्टने कांही कल्पना स्पष्टपणे मांडल्या आहेत.

रासायनिक आकर्षण व रासायनिक क्रिया घडत असतां बाहेर पडणारी उष्णता, अत्यंत कमी उष्णतामानावर एकमेकांबरोबर असतात, हा त्या निबंधाचा निष्कर्ष होता. म्हणजे तपमान व रासायनिक आकर्षण यांचा आलेख, तपमान व क्रियेच्या वेळीं बाहेर पडणारी उष्णता यांच्या आलेखास 0° केलिहिन या सर्वांत कमी उष्णतामानावर छेदत नसून, त्या उष्णतामानास पोचण्याअगोदर ते दोन्ही आलेख एकमेकांस स्पर्श करून जातात. म्हणजेच 0° केलिहिन हें उष्णतामान पोचण्याअगोदरच रासायनिक आकर्षण व बाहेर पडणारी उष्णता एकमेकांबरोबर होतात. हा नियम कांही विशिष्ट रासायनिक क्रियांस न लावतां, सर्व रासायनिक क्रियांना लावण्याचा प्रयत्न केल्यास आपल्याला थर्मोडिनेमिक्स शाखांतील एक नवीन सिद्धान्त मिळतो; व त्या सिद्धान्ताचा ठिकठिकाणीं उपयोग करतां येतो. एखादी क्रिया निरनिराळ्या तपमानावर घडून येत असतांना, प्रत्येक वेळीं बाहेर पडणारी उष्णता मोजतां आल्यास ही रासायनिक क्रिया घडून येत असतां जें महत्तम कार्य होत असतें त्याचें गणित मांडतां येतें. यासाठी शक्य तितक्या कमी तपमानावर रासायनिक क्रिया घडवून आणून तपमान आणि बाहेर पडणारी उष्णता यांचा आलेख तयार करावा लागतो. म्हणजेच एका विशिष्ट तपमानावर बाहेर पडणारी

उष्णता आणि ती तपमानाप्रमाणे कशी बदलत जाते हे माहित असावे लागते. तसेच रासायनिक क्रिया घडून येत असतां, कमी तपमान असल्यास तपमान कितीही असले तरी तेवढीच उष्णता बाहेर पडते असे आढळून आले आहे.

वर उल्लेखलेले नियम निसर्गांत घडून येणाऱ्या सर्व क्रियांना लावता येतात. पण विशेषतः रासायनिक क्रियांचा अभ्यास करण्यांत त्या नियमांचा जास्त उपयोग होतो. वर्थेलो या फ्रेंच शास्त्रज्ञाच्या मताने रासायनिक आकर्षण हे बाहेर पडणाऱ्या उष्णतेवरोवर असते. वर्थेलोचा हा सिद्धान्त वन्याचशा रासायनिक क्रियांच्या बाबतींत जरी खरा असला तरी तो सर्वच रासायनिक क्रियांना लावता येत नाही. आता वर्थेलोचा सिद्धान्त कोणत्या रासायनिक क्रियांना लावायचा व कोणत्या क्रियांना नाही हे स्पष्टपणे सांगता येते.

ज्या वेळीं रासायनिक क्रिया घडत असतां बाहेर पडणारी उष्णता बरीच असते, त्या वेळीं तपमानांतील बदलाचा त्या उष्णतेवर विशेषसा परिणाम घडून येत नाही, व त्यांतल्या त्यांत तपमान कमी असल्यास वर्थेलोचा सिद्धान्त जवळ जवळ खरा ठरतो. पण ज्या वेळीं क्रिया घडून येत असतां फारच थोडी उष्णता बाहेर पडत असते त्या वेळीं वर्थेलोचा सिद्धान्त लागू पडत नाही. उदाहरणार्थ, एखादा पदार्थ वितळवण्याकरिता लागणाऱ्या उष्णतेचा विचार केल्यास ही उष्णता इतकी अल्प असते की पदार्थ वितळण्याच्या क्रियेस वर्थेलोचा सिद्धान्त लागू पडत नाही.

थर्मोडिनेमिक्स शास्त्रांतील नन्स्टने शोधून काढलेला हा नियम, एगर्ट, सहा व इतर शास्त्रज्ञांना आकाशविज्ञानशास्त्रांतील संशोधनांत अत्यंत उपयोगी पडला आहे.

संशोधनाचे परिणाम

नन्स्टने उष्णतेसंबंधी जी उपपत्ति मांडली आहे त्यावरून सकृदर्शनीं

असें वाटते की, शास्त्रीय किंवा औद्योगिक संशोधन सर्वसाधारणपणे ज्या तपमानावर करीत नाहीत त्या -273° सें. तपमानाशीं नन्स्टच्या उपपत्तीचा विशेष संबंध आहे. -273° सें. या तपमानाला पदार्थाची एन्ट्रॉपी (Entropy) शून्य होईल व त्याचें घनफळ आणि पृष्ठभागावरील ताण (Surface tension) हीं तपमानावर अवलंबून राहणार नाहीत. या नियमाचा प्रत्यक्ष व्यवहारांत कांही उपयोग होईल असें वाटत नाही. तरीसुद्धा एखादी रासायनिक क्रिया घडत असतां जें महत्तम कार्य घडून येत असतें व जी उष्णता बाहेर पडते यांचा जो परस्पराशीं संबंध आहे तो संबंध नीट समजून घेतल्यास त्याचे प्रत्यक्ष व्यवहारांत पुष्कळच उपयोग आहेत असें दिसतें. घडून येणारें महत्तम कार्य आणि बाहेर पडणारी उष्णता यांची -273° सें. या तपमानास वरोवरी होते. या गोष्टीचा प्रत्यक्षामध्ये उपयोग करतां येतो. हा उपयोग कसा करावा हें जितकें महत्त्वाचें तितकेंच किचकट काम आहे. पण हेंच किचकट काम करून, नायट्रोजन व हायड्रोजन या वायूंच्या संयोगापासून अमोनियाची निर्मिति शक्य आहे हें तात्त्विक दृष्ट्या या क्रियेच्या अभ्यासावरून सांगतां आलें. जी क्रिया तात्त्विक दृष्ट्या शक्य आहे ती क्रिया प्रत्यक्षांत घडवून आणतां येणेंहि शक्य झालें पाहिजे, या विचाराने हावरने आपलें अमोनिया-विषयक संशोधन सुरू केलें व त्यांत यश मिळवून दाखवलें. रासायनिक क्रियांचा तात्त्विक दृष्ट्या विचार नन्स्टच्या सिद्धान्ताने करतां येत असल्याने कोणतीहि क्रिया घडवून आणतां येईल किंवा नाही हा निर्णय या क्रियेच्या तात्त्विक विचारावरून मांडतां येतो.

विद्युद्रसायनांतील संशोधनामध्ये सुद्धा नन्स्टने मांडलेल्या सिद्धान्ताचा पुष्कळच उपयोग झाला व विद्युद्रसायनामध्ये ज्या क्रिया मोठ्या प्रमाणांवर घडवून आणल्या जातात त्या क्रियांमध्ये नन्स्टच्या सिद्धान्ताचा विशेष उपयोग होतो. तसेंच एखादा हैड्रोकार्बन वायु जळत असता जी उष्णता

निर्माण होते व जें महत्तम कार्य घडून येतें त्याचा अंदाज नन्स्टच्या सिद्धान्ताच्या सहाय्याने करतां येतो.

सर्व साधारणपणे किरणोत्सर्ग व गुरुत्वाकर्षण यांचा उष्णतामानाशीं संबंध नाही असें समजलें जातें. म्हणजे उष्णतामान कितीहि बदललें तरी किरणोत्सर्ग व गुरुत्वाकर्षण यांत बदल होत नाही, असा समज आहे. पण याच गोष्टींचा नन्स्टच्या सिद्धान्ताच्या सहाय्याने विचार केल्यास अत्यंत प्रखर उष्णतामान असल्यास या दोन्ही गोष्टी उष्णतामानावर अवलंबून राहतील असें समजून येतें.

नन्स्टनच्या उष्णताविषयक सिद्धान्ताने थर्मोडिनेमिक्स या तात्त्विक विवेचनशास्त्रातील कांही ठिकाणीं दिसून येणारा विचारांतील अपेक्षणा नाहीसा केला व त्यामुळे थर्मोडिनेमिक्स या शास्त्राचा व्यवहारांत जास्त उपयोग होण्याची शक्यता निर्माण झाली.

—:—



REFBY-0013197

REFBK-0013197

