

म. ग्रं. सं. ठाणे

विषय **पारितोषिक**

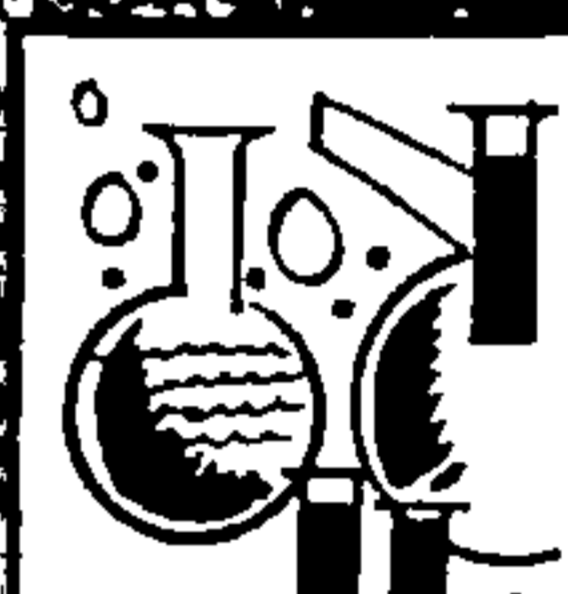
सं. क्र. ११०८

१९९३



३

बीबीके पारितोषिकार्थ ज्ञानकरी



९९९९ ००१३१८४

REFBK-0013184

चं. ज्ञ. तळ पदे

अनुक्रम ३१२५ वि: अ. रि. नं.
क्रमांक ११० नो: दि: २०१०

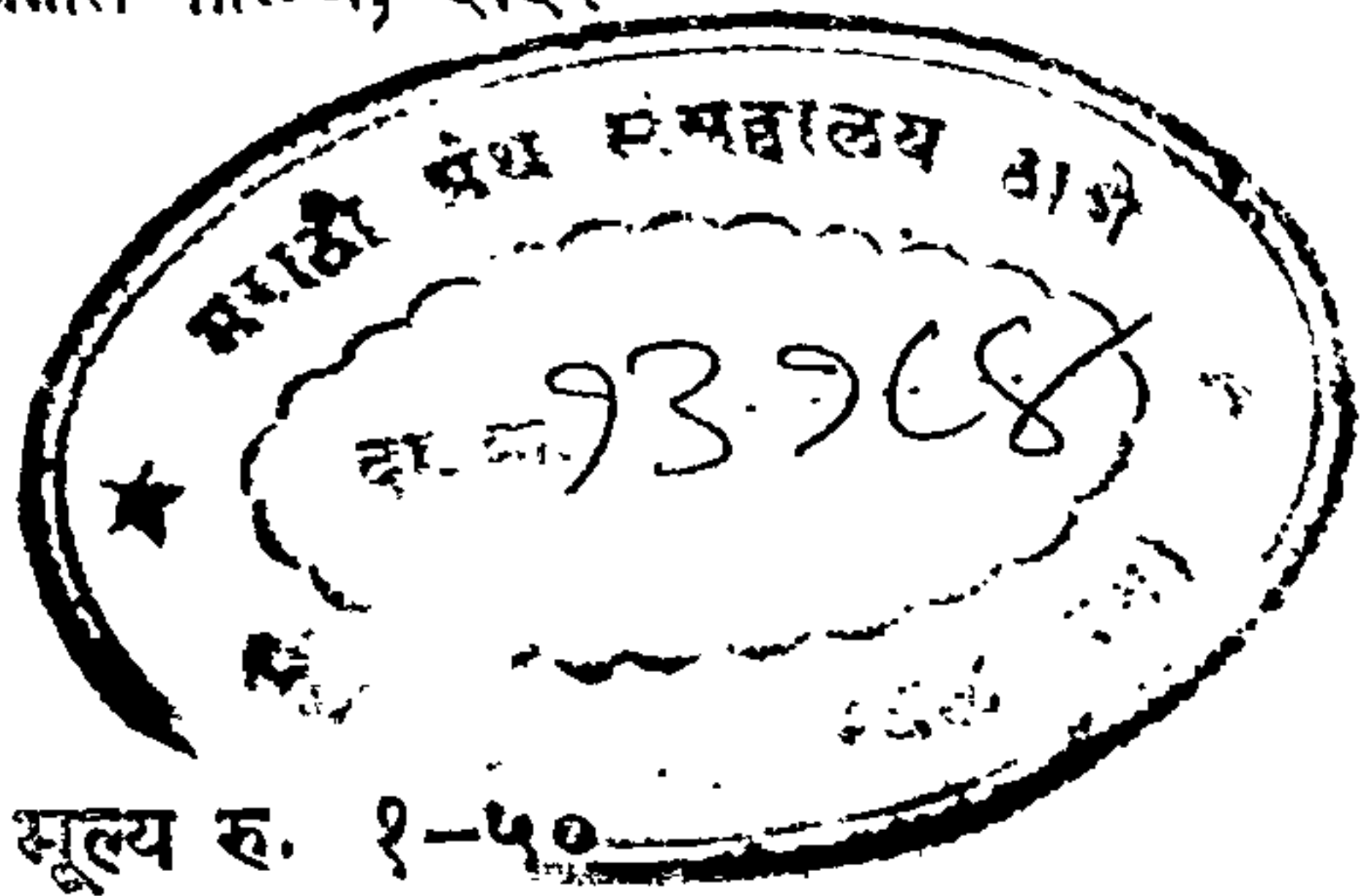
गोपबन्धु पारितोषिकाचे मानकरी

भाग तिसरा

प्रा. चं. रा. तळपदे

एम. एस. सी.

कीर्ति कॉलेज, दादर



REFBK-0013184

व्ही न स प्र का श न : पु णं

आवृत्ति पहिली

मार्च १९६३

© च. श. तळपदे

☆

प्रकाशक :

स. कृ. पाध्ये

व्हीनस प्रकाशन

‘ त प श्र 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 पदार्थांची प्रचंड प्रमाणांत निर्मिति 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 व्यक्तीस 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 करतें; तर शरीरशास्त्र व औषधिशास्त्र ह्यांतील उमेदवार निवडण्याचें काम ‘कॅरोलिन मेडिको सर्जिकल इन्स्टिट्यूट’ करते. वाङ्मयासंबंधीच्या पारितोषिकाची शिफारस स्वीडिश अॅकॅडेमी करते, व नॉर्वेजियन स्टॉर्टिंगने 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 पडलें तरी तें कार्य अत्यंत कठीण होऊन वसतें. कारण संशोधन कुठे संपलें व त्याच्यावर आधारलेला शोध कुठे सुरू झाला तें नक्की सांगणे कठीण असतें. त्याचप्रमाणे एखादा शोध पुरा लागला की नाही किंवा शोध लागून त्याची शहानिशा पुरी झाली नाही तर अशा संशोधकास बक्षिस द्यावें की नाही असा प्रश्न पडतो. नोबेल पारितोषिकें देण्या-मध्ये संशोधकांना आपलें संशोधनकार्य अविरतपणे पार पाडण्यास लागणारें आर्थिक साहाय्य मिळावें अशी नोबेलची इच्छा होती. रसायनशास्त्रांतील विविध संशोधनाचा नोबेलने पैसा मिळविण्याच्या कामीं उपयोग करून घेतला होता, व आपण मिळविलेला अमाप पैसा शास्त्रांतील संशोधनाचें फळ आहे अशी त्याची प्रामाणिक समजूत होती. त्यामुळे वैयक्तिक फायद्याकडे लक्ष न देतां, संशोधनास वाहून घेणाऱ्या संशोधकास मदत मिळून त्याच्या संशोधनास प्रोत्साहन मिळावें हा एक उच्च हेतु त्याच्या मृत्युपत्रांत दिसून आला.

त्याच्या मृत्युपूर्वी कांही महिने अगोदर, त्याने एका प्रसंगीं काढलेले उद्गार लक्षांत घेतल्यास त्याच्या मनोभूमिकेवर विशेष प्रकाश पडतो. त्या प्रसंगीं आल्फ्रेड नोबेल म्हणाला होता, “ इतरांकडून काम करवून घेण्यांत पटाईत अशा माणसास मी कांहीहि पैसा देणार नाही; कारण अशा माणसाच्या हातीं पैसा मिळाल्यास तो हातीं असलेलें काम सोडून घरीं स्वस्थ बसेल. त्या उलट स्वप्नरंजनांत गुंग असणाऱ्या कवीला किंवा शास्त्रज्ञाला पैसा देणें मला बरें वाटेल. हे स्वप्नाळु लोक आपल्याच स्वप्नरंजनांत गुंग असतात, त्यांना जगाचा विसर पडलेला असतो, व जगांतील व्यवहाराशीं जमवून घेणें त्यांना अत्यंत जड पडत असतें. एखादा तरुण शास्त्रज्ञ विज्ञान-रसायन किंवा औषधिशास्त्र ह्यामध्ये कांही तरी उच्च ध्येयाने प्रेरित होऊन अहोरात्र मेहनत करीत असेल पण कित्येक वेळीं पैशाचें पाठबळ नसल्याने त्याची मेहनत फुकट जात असेल अशा शास्त्रज्ञाला पैशाचें पाठबळ देऊन आपलें ध्येय गाठूं देण्यांत मला अत्यंत आनंद होईल.”

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

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 मानकऱ्याचें 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 मानकऱ्यांची माहिती देण्याचें कार्य अत्यंत कठिण आहे. त्याकरिता पदार्थविज्ञान, रसायन, औषधिशास्त्र, 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 विचारांती व राजीखुशीने, 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.

राष्ट्रांमधील 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 नोव्हेंबर महिन्यामध्ये त्या वर्षीच्या मानकन्यांचीं नांवे प्रसिद्ध करण्यांत येतात. वर्तमानपत्रांतून त्या मानकन्यांबद्दल थोडीबहुत माहिती व त्यांचीं छायाचित्रे 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 वाटूं 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 बाणा 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. ३... २

केला आहे. त्यांतल्या त्यांत एडवर्ड फार्वर 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 दिले 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

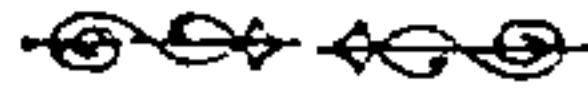
चं. रा. तळपदे

धरावी ग्रंथ संस्था, ठाणे, स्वकमत.

अनुक्रमिका..... दि. १९२९

क्रमांक नों दि. १९२९

अनुक्रमिका



	सन्	पृष्ठ
प्रास्ताविक	...	३
१ फ्रेडरिक सॉडी	१९२१	१५७
२ फ्रान्सिस विल्यम अॅस्टन	१९२२	१६५
३ फ्रिट्झ प्रेग्ल	१९२३	१७६
४ पारितोषिक दिलें नाहीं	१९२४	१८३
५ रिचर्ड झिगमॉंडी	१९२५	१८४
६ थिओडोर स्वेडबर्ग	१९२६	१९३
७ हेन्रिक वीलंड	१९२७	२०३
८ अॅडॉल्फ विंडॉस	१९२८	२११
९ आर्थर हार्डेन व हान्स फॉन युलर शेल्लिन	१९२९	२१८
१० हॅन्स फिशर	१९३०	२३१



: १९२१ :

फ्रेडरिक सॉडी

(जन्म १८६७-)

चरित्र

इंग्लंडमधील ससेक्स परगण्यांतील इस्टबोर्न गावीं फ्रेडरिक सॉडीचा जन्म झाला. १८९९ सालीं ऑक्सफर्ड विद्यापीठांतून पदवी-परीक्षा पास झाल्यानंतर

त्याने अर्नेस्ट रुदरफोर्ड यांच्या हाताखाली संशोधन करण्याचें ठरवून त्याने कॅनडास प्रयाण केलें. तेथे त्याने मॅग्निल विद्यापीठामध्ये प्राध्यापक रुदरफोर्ड यांच्या मार्गदर्शनाखाली किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वाविषयी तीन वर्षे संशोधन केलें. या तीन वर्षांच्या संशोधनाचें दृश्यफल म्हणजे किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांतून किरणोत्सर्ग झाल्यावर, नवीन मूलतत्त्वे कशीं मिळतात याचा उलगडा झाला व त्याबरोबर मूलतत्त्वांच्या अणूंची रचना कशी असावी यासंबंधीचा एक नवीन विचार शास्त्रज्ञांपुढे मांडला गेला. रुदरफोर्ड व सॉडी यानी मांडलेल्या विचारसरणीप्रमाणे दोन तऱ्हेचे कण एकत्र आल्याने मूलतत्त्वांचा अणु बनलेला असतो. धनविद्युद्धार असलेले कण अणूच्या मध्यभागीं असतात व त्या अणुमध्याभोवती ऋणविद्युद्धार असलेले कण फिरत असतात. अणूची अशा तऱ्हेची स्थूल रचना सॉडीच्या तीन

“ किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांसंबंधीचें संशोधन व समस्थानी मूलतत्त्वांची उत्पत्ति व त्यांचे गुणधर्म याविषयीच्या संशोधनाबद्दल नोबेल पारितोषिक ”

वर्षांच्या संशोधनानंतर पुढे मांडली गेली. अणूच्या रचनेमध्ये पुढे नवीन संशोधनाच्या आधारे जरी पुष्कळ बदल करण्यांत आले तरी धनविद्युद्भार असलेला अणुमध्य व त्याभोवती ऋणविद्युद्भार असलेले कण ही मूलभूत कल्पना कायम राहिली. ऋण व धन विद्युद्भार असलेले कण मिळून अणु तयार होतो. पण जर कांही कारणांमुळे अणूच्या या रचनेमध्ये कांही अस्थिरता निर्माण झाली तर अशा प्रकारच्या अणूमधून अल्फा, बीटा किंवा गॅमा किरण बाहेर पडू लागतात, व तो अणु किरणोत्सर्गी आहे असे आपण म्हणतो. कॅनडामधील संशोधनानंतर सॉडी इंग्लंडला परतला व तेथे त्याने किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वाविषयीचे संशोधन चालू ठेवले. त्याबरोबर त्याने किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांविषयी एक ग्रंथ लिहावयास घेतला. रुदरफोर्डने मूळ या विषयावर संशोधन केले होते व त्यांचेहि याच विषयावर लेखन चालू होते. त्यामुळे रुदरफोर्ड व सॉडी या गुरुशिष्यामध्ये कोण पुस्तक लवकर संपवितो याची एक तऱ्हेची चढाओढच लागून राहिली. सरते-शेवटीं प्रथमतः रुदरफोर्डने आपला ग्रंथ प्रसिद्ध करावा व त्यानंतर सॉडीच्या ग्रंथाचे प्रकाशन व्हावे असे ठरले. त्यामुळे सॉडीचे पुस्तक तयार होऊनहि त्याच्या प्रकाशनास थोडा विलंब लागला.

१९०२ सालीं म्हणजे विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीस किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांचे रसायनशास्त्रांतील स्थान या विषयाबद्दल विशेष कुतूहल होते. त्या वेळीं माहित असलेलीं सर्व मूलतत्त्वे अणुभाराच्या चढत्या क्रमाने आवर्तनपटांत मांडलीं गेलीं होती. या मूलतत्त्वांचे रासायनिक गुणधर्म लक्षांत घेऊन त्यांचे वेगवेगळे गटहि वनविण्यांत आले होते. मेन्डेलीफने ज्या एका विशिष्ट पद्धतीने आवर्तनपट तयार केला होता, त्या आवर्तनपटा-मध्ये किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वास अजिवात स्थान नाही असे कांहींचे मत होते. त्या उलट किरणोत्सर्गी व त्यापासून किरणोत्सर्गानंतर मिळणारीं मूलतत्त्वे सर्वसाधारण मूलतत्त्वाहून भिन्न समजण्याचे कारण नाही असे कांहींना

वाटत होते. रासायनिक दृष्ट्या सारखी असणारी कांही मूलतत्त्वे किरणो-सर्गी होती तर कांही अकिरणोसर्गी होती. अकिरणोसर्गी मूलतत्त्वांच्या अणुभाराचा व गुणधर्मांचा विचार होऊन, त्यांची आवर्तनपटांतील स्थाने नक्की झाली होती व किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांचा प्रश्न तसाच राहिला होता. किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या अभ्यासावरून सॉडीने असे ठरविले की, किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांना आवर्तनपटावाहेर काढण्याचे कांहीच कारण नाही, व त्यांच्या इतर रासायनिक गुणधर्मांवरून त्यांचे आवर्तनपटांतील स्थान ठरविण्यास हरकत नाही. तसे केल्याने आवर्तनपटांतील एकाच जागेत कधी दोन, कधी तीन, एकच रासायनिक गुणधर्मांची पण भिन्न अणुभाराची मूलतत्त्वे येऊ लागली. अशा तऱ्हेच्या मूलतत्त्वांना सॉडीने आयसोटोप किंवा समस्थानी हा शब्द प्रचारांत आणला. आवर्तनपटांतील एकाच जागेत हीं मूलतत्त्वे असतात त्यास उद्देशून हा शब्द आहे.

शास्त्राची सर्वांगीण वाढ व्हावी यासाठी सॉडीने बरेच प्रयत्न केले. शास्त्राची सर्वांगीण वाढ व्हावी या कल्पनेच्या अनुरोधाने त्याने जीं वेळोवेळीं व्याख्याने दिली तीं सर्व त्याने 'शास्त्र व जीवन' या पुस्तकांत एकत्रित केली आहेत. हीं सर्व व्याख्याने त्याने अंबरडीन विद्यापीठामध्ये अध्यापनाचे काम संभाळून १९०९ ते १९१९ या कालखंडांत फावल्या वेळांत दिली आहेत.

१९१९ सालीं ऑक्सफर्ड विद्यापीठाने सॉडीस मुदाम आमंत्रण करून आग्रहाने बोलावले. त्या जगप्रसिद्ध विद्यापीठाचे आमंत्रण स्वीकारून त्याने या पुढील सतरा वर्षे ऑक्सफर्ड विद्यापीठांत संशोधनाचे व अध्यापनाचे कार्य करण्यांत व्यतीत केली.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेले कार्य

ऑस्ट्रियांतील जोकिमस्थळ खाणींतून मिळवलेल्या तीस हजार किलोग्रॅम पिचब्लेन्डे खनिजापासून सुरुवात करून रेडियम धातु मिळ-

विषयाच्या प्रयोगामध्ये ऑवर फॉन वेल्शवाख यांनी १९१० मध्ये आयो-नियम आणि अॅक्टिनियम या धातूंचे क्षार एकमेकांपासून अलग करण्याचा एक प्रयोग सिद्धीस नेला होता. त्यांनी या प्रयोगामध्ये आयोनियमचे जे क्षार मिळविले त्या क्षारांचा प्रकाशपट व आयोनियमचा अणुभार या विषयावर वन्याच संशोधकांनी काम केले आहे. ऑवर फॉन वेल्शवाखला आयोनियम व अॅक्टिनियम या धातूंचे क्षार एकमेकांपासून अलग करण्यांत जरी यश मिळाले तरी आयोनियमचे व थोरियमचे क्षार एकमेकांपासून अलग करण्याचे काम त्याला जमले नाही. ह्या कामासाठी त्याने पुष्कळ निर-निराळ्या पद्धतींचा अवलंब करून पाहिला. पण या बाबतींत त्याचे सर्व प्रयत्न फोल ठरले. याच वेळीं हर्श फिकेल याने रेडियम डी किंवा रेडिओ लेड आणि शिसें यांचे क्षार एकमेकांपासून अलग करण्याचा प्रयत्न केला. त्याच्या प्रयत्नांत तोहि अयशस्वी झाला. त्यानंतर तीन वर्षांनी पॅनेथ आणि फॉन हेवेसी यांनी हाच विषय पुन्हा संशोधनासाठी घेतला. शिशाचे क्षार रेडियम डीच्या क्षारापासून अलग करण्याकरिता ह्या संशोधकद्वयाने जवळ जवळ विसांहून अधिक पद्धतींचा अवलंब करून पाहिला. पण त्यांना अपयशच पदरीं आले.

पॅनेथ व फॉन हेवेसी यांनी अंगीकारलेल्या संशोधनांत जरी अपयश आले तरी त्यांच्या संशोधनामधूनच किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वे इंडिकेटर किंवा दर्शक म्हणून वापरण्याच्या पद्धति उदयास आल्या. उदाहरणार्थ, शिशाचीं संयुक्ते पाण्यामध्ये जवळ जवळ विरघळत नाहीत. ज्या वेळेला तीं पाण्यांत किती प्रमाणांत विरघळतात, हे ठरवायचे असते त्या वेळीं शिशाशीं समस्थानी असणाऱ्या रेडियम डीचे क्षार या संयुक्ताबरोबर मिसळले जातात व शिशाचे क्षार पाण्याबरोबर वराच वेळ हलवून मिळालेल्या विलयनाचा किरणोत्सर्ग ठरविला जातो व त्यावरून शिशाचा क्षार किती प्रमाणांत पाण्यांत विरघळला असावा याचे गणित मांडता येते.

मूलतत्त्वाला एकच अणुभार असतो असें आपण समजतो. हा आपला समज चुकीचा आहे. सर्वसाधारण तऱ्हेने मिळविलेलें मूलतत्त्व निरनिराळ्या अणुभाराच्या व एकच रासायनिक गुणधर्माच्या मूलतत्त्वाचें मिश्रण असल्याने मेन्डेलीफने मांडलेला अष्टकांचा नियम तंतोतंत पाळला जात नाही. तो नियम म्हणजे मूलतत्त्वांचे गुणधर्म कसे बदलत असावेत या-बदलचे एक गोळाबेरीज अनुमान आहे. रासायनिक दृष्ट्या एकच पण किरणोत्सर्गाच्या दृष्टीने वेगळ्या अशा एकमेकांची पण समस्थानी असणाऱ्या मूलतत्त्वांचा अणुभार, एकमेकांहून पूर्णांकांनी वेगळा असला पाहिजे. उदाहरणार्थ, आयोनियमचा अणुभार २३०, रेडिओ थोरियमचा २२८ असून या दोहोंशीं समस्थानी असलेल्या थोरियमचा अणुभार २३२ आहे. किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वे अशा रीतीने निरनिराळ्या मूलतत्त्वांचीं मिश्रणें असल्याने विश्लेषणाकरिता ज्या सर्वसाधारण पद्धति वापरल्या जातात, त्यांचा उपयोग करून या मिश्रणांतील घटक शोधून काढणें शक्य होत नाही व त्यामुळे मूलतत्त्वांच्या मिश्रणालाच एकच मूलतत्त्व समजून अणुभार काढला जातो व अशा रीतीने ठरविलेला अणुभार अपूर्णाकांत येतो.

किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या अणुमधून अल्फा कण बाहेर पडत असल्यास, मिळणाऱ्या नवीन मूलतत्त्वाचा अणुक्रमांक मूळ मूलतत्त्वाच्या अणुक्रमांकाहून दोहोने कमी असतो. तर नवीन मूलतत्त्वाचा अणुभार मूळ मूलतत्त्वाच्या अणुभाराहून चाराने कमी असतो. किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या अणुमधून बीटा कण बाहेर पडल्यास, मिळणाऱ्या नवीन मूलतत्त्वाचा अणुक्रमांक मूळ मूलतत्त्वाच्या अणुक्रमांकाहून एकाने जास्त असतो, तर नवीन मूलतत्त्वाचा अणुभार मूळ मूलतत्त्वाच्या अणुभारा-इतकाच असतो. किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वामधून एकामागोमाग दुसरा अशा रीतीने एक अल्फा कण व दोन बीटा कण गेल्यास, नवीन मिळालेल्या मूलतत्त्वाचा अणुक्रमांक मूळ मूलतत्त्वाच्या अणुक्रमांका एवढाच येतो. फक्त

नवीन मूलतत्त्वाचा अणुभार मूळ मूलतत्त्वाच्या अणुभाराहून चारानें कमी असतो भिन्न अणुभार पण एकच अणुक्रमांक अशा मूलतत्त्वांना आयसोटोप किंवा समस्थानी हा शब्द वापरला जातो, कारण अशा मूलतत्त्वांचें आवर्तन-सारणींतील स्थान एकच असतें. अणुमधील, धन व ऋण विद्युद्वाहक कणांचा विचार केल्यास, अणुमध्यावर किती धनविद्युद्धार आहे किंवा अणुमध्यामध्ये किती धनविद्युत्कण आहेत यावर मूलतत्त्वाचे रासायनिक गुणधर्म ठरतात असें दिसून येतें. अणु धनविद्युत्कण, ऋणविद्युत्कण व शून्य कण मिळून झालेला असतो. यांपैकी धन, कण व शून्यकण अणुमध्यामध्ये असतात व ऋणकण अणुमध्याबाहेर त्याला निरनिराळ्या कक्षांत प्रदक्षिणा घालीत असतात. अणुमध्यांत जितके धनविद्युत्कण असतात तितकेच ऋणकण अणुमध्याबाहेर असतात. अणुरचनेच्या दृष्टिकोनांतून आयसोटोप किंवा समस्थानी यांच्या रचनेचा विचार केल्यास असें दिसून येईल की, समस्थानीच्या अणुमध्यावर सारखाच धनविद्युद्भार असतो किंवा समस्थानीच्या अणुमध्यांतील धनविद्युत्कणांची संख्या तीच असते; पण अणुमध्यांतील शून्यकणांच्या संख्येंत फेर असतो. शून्य कण व धन-विद्युत्कण यांच्या संख्येवर मूलतत्त्वाचा अणुभार ठरत असतो तर रासायनिक गुणधर्म अणुमध्यांतील धनविद्युत्कणांची संख्या किंवा अणुमध्याला निरनिराळ्या कक्षांत प्रदक्षिणा करणाऱ्या ऋण विद्युत्कणांची संख्या यावर अवलंबून असतात. अणुमध्यांत असलेल्या धनविद्युत्कणांची संख्या त्या मूलतत्त्वाच्या अणुक्रमांकाएवढीच असते. म्हणजे समस्थानींच्या रचनेचा विचार केल्यास भिन्न अणुभार पण एकच अणुक्रमांक हें त्यांचें वैशिष्ट्य ठरतें. समस्थानींच्या रचनेचें हें गूढ समजण्यास सांडीच्या संशोधनाचा फारच उपयोग झाला.

संशोधनाचे परिणाम

वॉइलने मूलतत्त्वाची व्याख्या प्रथमतः सोळाव्या शतकांत मांडली. ती

मान्य होऊन मूलतत्त्वाविषयीच्या कल्पना त्यापुढील दोनशें वर्षांत दृढ होऊन वसल्या होत्या. अणु अविनाशी व अविभाज्य आहे ही कल्पना एक निर्भेळ सत्य आहे असा समज एकोणिसाव्या शतकाच्या जवळ जवळ शेवटपर्यंत रसायनशास्त्रज्ञांच्या मनांत होता. किरणोत्सर्गी मूल-तत्त्वांच्या अभ्यासास सुरुवात झाल्यानंतर अणु अविभाज्य व अविनाशी आहे ही कल्पना सोडून द्यावी लागली. त्याचप्रमाणे एका मूलतत्त्वाच्या अणूसारखा दुसरा मूलतत्त्वाचा अणु नसतो व एका मूलतत्त्वाचे सर्व अणु सारखे असतात हीही कल्पना किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या अभ्यासानंतर सोडावी लागली. भिन्न अणुभार व एकच मूलतत्त्व हा प्रकार आयसोटोप किंवा समस्थानांच्या बाबतींत असतो, तर एकच अणुभार पण भिन्न मूलतत्त्वे हा प्रकार आयसोवार किंवा समभारी मूलतत्त्वांच्या बाबतींत असतो.

अमेरिकेतील येल विद्यापीठातील प्रा. वोल्टवुड यांनी आयोनियम आणि थोरियम हीं समस्थानी मूलतत्त्वे विश्लेषणाच्या कोणत्याहि पद्धतीने एकमेकांपासून अलग करतां येत नाहीत हे सिद्ध केले. प्रा. वोल्टवुड यांनी खनिजांतील मूलतत्त्वाच्या अभ्यासावरून त्या खनिजांचें अस्तित्व किती वर्षांचें आहे हे ठरवितां येतें असे दाखवून दिलें. साँडीने हीच कल्पना 'शास्त्र व जीवन' या ग्रंथांत जास्त स्पष्टपणे मांडली. त्या ग्रंथांत साँडीने म्हटलें आहे, "किरणोत्सर्गी खनिजे म्हणजे एका अर्थाने भूस्तर-शास्त्रांतील घड्याळेंच होत. हीं खनिजे पृथ्वीच्या ज्या थरांत सापडतात त्या थराचें अस्तित्व दुसऱ्या कोणत्याहि पद्धतीपेक्षा त्या खनिजाच्या किरणोत्सर्गावरून जास्त अचूक सांगतां येतें. युरॅनियमच्या खनिजांचा विचार केल्यास युरॅनियमच्या खनिजांत एक टक्का शिसें निर्माण होण्यास जवळ जवळ आठ कोटीं वर्षे लागावीत; तर एक ग्रॅम युरॅनियमच्या खनिजामध्ये एक घन सेन्टिमीटर हेलियम वायु तयार होण्यास नव्वद लक्ष वर्षे लागावीत. खनिजामधील शिशाचें व हेलियमचें प्रमाण शोधून

काढल्यानंतर तें खनिज किती जुनें आहे हें सांगतां येतें. आता हेलियम हा वायु असल्याने व तो निर्माण झाल्यानंतर त्यापैकी थोडासा हवेत मिसळून जाईल व त्यामुळे युरॅनियम-खनिजांतील हेलियमच्या प्रमाणावरून खनिजाचें ठरवलेलें वय तें प्रत्यक्षांत आहे त्यापेक्षा कमी येईल. म्हणजे खनिजाचें कमींत कमी व जास्तींत जास्त वय ठरवल्यानंतर खनिजाच्या खऱ्या वयाचा अंदाज लागणें कठीण पडत नाही.

दगडी कोळसा ज्या खाणींत मिळतो त्या खाणीचें या पद्धतीने परीक्षण केल्यास या खाणी साधारणपणें पस्तीस कोटी वर्षांपूर्वी झाल्या असाव्यात असा अंदाज होतो. तर सर्वांत जुना खडक साधारणपणें दीडशें कोटी वर्षांपूर्वी तयार झाला असवा असा अंदाज होतो. ”

: १९२२ :

फ्रान्सिस विल्यम अस्टन

☆ (१८७७-१९४५)

☆ चरित्र

☆

☆

☆

फ्रान्सिस विल्यम अस्टन यांचा जन्म इंग्लंडमधील हारवोर्न या गावीं झाला. १८९३ मध्ये त्यांनी आपले शालेय शिक्षण संपविले व वार्षिक परीक्षेत गणित व शास्त्र या

विषयामध्ये पहिला क्रमांक मिळवून, त्या विषयांतील आपले प्रावीण्य सिद्ध केले. यानंतर त्यांनी वर्मिगहॅममधील मेसन कॉलेजमध्ये प्रवेश केला. त्या कॉलेजचे लवकरच म्हणजे १८९३ सालीच वर्मिगहॅम विश्व-विद्यालयांत रूपांतर झाले. वर्मिगहॅममध्ये प्रो. पी. एफ. फ्रॅन्कलन्ड यांच्या हाताखाली सेन्द्रिय पदार्थांच्या प्रकाशगुणांचा अभ्यास करून, मिळालेले निष्कर्ष १९०३ मध्ये त्यांनी निबंधरूपाने प्रसिद्ध केले. यानंतर अल्कोहोल तयार करणाऱ्या एका कारखान्यामध्ये काम करित असतां, प्रयोगांसाठी लागणारीं उपकरणें स्वतःच फार उत्तम तऱ्हेने बनवून दाखविलीं व प्रयोगशाळेंत काम करित राहाण्यास लागणाऱ्या कौशल्यांत आपण जरासुद्धा मागे नाही असें दाखवून दिलें. निवृत्त तयार करण्याकरिता लागणारा

“ मास स्पेक्ट्रोग्राफ या यंत्राच्या सहाय्याने अकिरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या आयसोटोप—(समस्थानी)—चा शोध लावल्याबद्दल व मूलतत्त्वांचा अणुभार अपूर्णाकांत नसतो हे सिद्ध करण्याबद्दल नोबेल पारितोषिक ”

निर्वातक पंप तयार करून, त्याच्या साहाय्याने काचेच्या नळ्यांत निर्वात तयार करून व त्या निर्वातांत विद्युत्प्रवाह सोडून मिळणाऱ्या प्रकाशाचा त्यांनी अभ्यास केला. निर्वातांत मिळणाऱ्या प्रकाशाचा अभ्यास करण्याच्या संशोधनांत त्यांचें मन इतकें रमलें की, याच विषयावर जास्त संशोधन करण्यासाठी त्यांनी पुनः विश्वविद्यालयाकडे जाण्याचें ठरवलें. त्याप्रमाणे त्यांनी १९२० मध्ये केम्ब्रिजमधील ट्रिनिटी कॉलेजांतील प्रो. जे. जे. थॉमसन् यांच्या हाताखाली संशोधन करण्यास सुरुवात केली. प्रो. थॉमसन् त्या वेळीं एका वैशिष्ट्यपूर्ण संशोधनांत गुंतले होते. कांचेच्या गोलाकार चंभूमधून हवा पूर्णपणें काढून, झालेल्या निर्वातांतून विद्युत्प्रवाह जाण्याकरिता चंभूमध्ये विद्युत्केन्द्रें वसविण्याची व्यवस्था केली होती. धन विद्युत्केन्द्र चंभूच्या एका बाजूस वसविलें होतें व या धनविद्युत्केन्द्राच्या समोरील बाजूस सूक्ष्म मार्ग ठेवलेलें ऋणविद्युत्केन्द्र होतें. त्यामुळे धनविद्युद्द्वार असलेले कण त्या सूक्ष्म मार्गावाटे बाहेर पडत होते. अत्यंत वेगाने जाणारे हे कण त्या सूक्ष्म मार्गांतून बाहेर पडल्यावर त्यावर चुंबकीय व विद्युत् क्षेत्रांचा परिणाम होईल अशी व्यवस्था ठेवली होती. त्यामुळे हे कण एका सरळ रेषेंत न जातां, वक्रमार्गाने जात होते. हे कण वक्र मार्गाने गेल्यानंतर एका ठराविक जागीं ठेवलेल्या फोटोग्राफिक फिल्ममुळे, ते कोणत्या विवक्षित जागीं पोचत होते याचा अंदाज वरोवर लागत होता. एकच भार व एकच धनविद्युद्भार असलेले पण वेगवेगळ्या वेगाने जाणारे कण, लंबवर्तुळाकार रेषेमध्ये फोटोग्राफिक फिल्मवर जाऊन आदळत होते. तर भिन्न भाराचे व भिन्न विद्युद्भार असलेल्या कणांमुळे निरनिराळीं लंबवर्तुळें फोटोग्राफिक फिल्मवर मिळत होती. अँस्टनने थॉमसनच्या या पद्धतींत सुधारणा करून, धनविद्युद्भार घेऊन वेगाने जाणारे कण, त्यांच्या भाराप्रमाणे निरनिराळ्या वक्र मार्गाने जातील व फोटोग्राफिक फिल्मवर वेगवेगळ्या जागीं जाऊन पोहोचतील अशी व्यवस्था केली. यासाठी

विद्युक्षेत्र व चुंबकीय क्षेत्र यांची दिशा व परस्परांशीं प्रमाण ठरवून घावें लागलें. लोलकांतून प्रकाश जाऊं दिल्यास आपल्याला लाल, हिरवा, जांभळा इत्यादि भिन्न प्रकाशलहरींचे रंग दिसतात, त्याप्रमाणे भिन्न भिन्न भारांचे कण फोटोग्राफिक फिल्मवर भिन्न भिन्न जागीं जाऊन पोहोचतात. प्रकाशामध्ये असलेल्या प्रकाशलहरींचें वक्रीभवन होऊन, लाल, हिरवा, जांभळा इत्यादि रंग एकमेकापासून भिन्न दिसतात. अँस्टनने वापरलेल्या यंत्रामध्ये रासायनिक दृष्ट्या एकस्वरूपाचे पण अणुभारांत फरक असलेल्या कणांचें विभिन्नीकरण करतां येतें. या यंत्रालाच अँस्टनने 'मास स्पेक्ट्रोग्राफ', असें नांव दिलें.

संशोधनाचा इतका पल्ला गाठीपर्यंत पहिलें महायुद्ध सुरू झालें होतें. त्यामुळे तात्त्विक स्वरूपाचें संशोधन बाजूस ठेवून, युद्धविषयक संशोधन त्यास हातीं घ्यावें लागलें व त्यांत त्याचीं पुढील चार-पांच वर्षे गेलीं. महायुद्ध संपून स्थिरस्थावर झाल्यावर, त्याने आपल्या आवडत्या संशोधन-कार्याकडे लक्ष देण्याचें ठरविलें. जास्तींत जास्त विनचूक मास स्पेक्ट्रोग्राफ बनविणें हें त्याच्या संशोधनाचें ध्येय होतें. १९१९ सालीं बनविलेल्या मास स्पेक्ट्रोग्राफमध्ये हजारांत एक इतकी संभाव्य चूक होती. तर १९२७ सालीं बनविलेल्या यंत्रांत चुकीची संभाव्यता दसपटीने कमी झाली. म्हणजे दहा हजारांत एक इतकी संभाव्य चूक त्या यंत्रांत होती.

या यंत्रांच्या साहाय्याने मूलतत्त्वांचा अणुभार अगदी विनचूक सांगतां येऊं लागला. उदाहरणार्थ, क्लोरिन वायूचा अणुभार सर्व साधारणपणें ३५.४६ समजला जातो. अँस्टनच्या मास स्पेक्ट्रोग्राफने क्लोरिन वायूचा अभ्यास केल्यास तो क्लोरिन वायु, ३५ व ३७ अणुभाराच्या दोन तऱ्हेच्या क्लोरिनच्या आणूंच्या मिश्रणाने झाल्याचें समजलें.

मास स्पेक्ट्रोस्कोपच्या साहाय्याने अँस्टनने बरीचशीं मूलतत्त्वे तपासून पाहिलीं. त्या वेळीं एका मूलतत्त्वाचें कधी दोन तर कधी तीन चार

आयसोटोप किंवा समस्थानी मूलतत्त्वे असल्याचें दिसून आलें. एकाच रासायनिक गुणधर्माच्या पण भिन्न अणुभाराच्या मूलतत्त्वास आयसोटोप किंवा समस्थानी हें नांव किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या अभ्यासावरून देण्यांत आलें होतें. अशा तऱ्हेचे आयसोटोप किंवा समस्थानी किरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांत असल्याचें, मॅडम क्युरी, डिवर्नी व इतर शास्त्रज्ञांच्या संशोधनावरून सिद्ध झाले होते. अकिरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांचेहि आयसोटोप किंवा समस्थानी असल्याचें अँस्टनने सिद्ध केलें. थॉमसनच्या पद्धतीने सुद्धा अकिरणोत्सर्गी मूलतत्त्वांच्या आयसोटोपचा पत्ता लागत होता.

मूलतत्त्वांचा अणुभार नीट समजल्यावर, आपणास ह्या असलेल्या अणुभारांचीं मूलतत्त्वे निर्माण करतां येतील असें १९३६ सालीं अँस्टनने वर्तविलेलें भविष्य आता बहुतांशीं खरें ठरलें आहे.

प्रवास व खेळ यांमध्ये अँस्टन आपला फुरसतीचा वेळ घालवीत असे. फुरसतीच्या वेळीं त्यांनी केलेली संगीत-साधना इतक्या उच्च दर्जाची होती की 'केंब्रिज रिव्ह्यू' या मासिकाच्या संपादकाने कित्येक संगीत परीक्षणे त्यांच्याकडून लिहवून घेतलीं. अँस्टनच्या मुत्यूनंतर रॉयल सोसायटीतर्फे घेतलेल्या शोकसभेंत त्यांना आदरांजलि वाहण्यांत आली. त्या वेळीं 'यशोमालिका अव्याहतपणें त्यांच्या गळ्यांत पडत होती' असें त्यांच्यावद्दल उद्गार काढण्यांत आले.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें कार्य

मास स्पेक्ट्रोग्राफ या यंत्राच्या साहाय्याने निऑन वायूचें परीक्षण केल्यास १०, ११, २० व २२ अणुभार दर्शविणाऱ्या चार रेषा मिळतात. त्यांपैकी १० व ११ अणुभार दर्शविणाऱ्या रेषा २० व २२ अणुभार दर्शविणाऱ्या रेषांहून पुसट असतात व त्यामुळे त्यांचा विचार करण्याचें कारण पडत नाही. या चारहि रेषांचा गडदपणा नीट पडताळून पाहिल्यानंतर निऑन २० व २२ अणुभाराचे दोन आयसोटोप किंवा

समस्थानी असल्याचें सिद्ध होतें. अणुभार मोजण्यामध्ये आता इतकी प्रगति झाली आहे की, अणुभार मोजण्यांत हजारांत एक इतक्या प्रमाणांत संभाव्य चूक असू शकेल. म्हणजे निऑनचा अणुभार वीस म्हणजे 20 ± 0.02 इतक्या अचूकपणे अणुभार सांगतां येतो. वातावरणांत सापडणाऱ्या निऑन वायूचा सरासरी अणुभार 20.2 असतो. म्हणजे 20 व 22 अणुभाराच्या निऑनचे एकमेकांशीं प्रमाण मांडल्यास, 90 टक्के 20 अणुभाराचे व दहा टक्के 22 अणुभाराचें निऑन, हवेंत असणाऱ्या निऑनमध्ये असतें.

$90 : 10$ या प्रमाणांत वीस व बावीस अणुभाराच्या निऑनचें मिश्रण करून त्या मिश्रणाचा मास स्पेक्ट्रोग्राफ काढल्यास मिळालेल्या निरनिराळ्या रेषांचा गडदपणा, हवेंत मिळणाऱ्या निऑनच्या रेषांच्या गडदपणा इतकाच असतो. अशा रीतीने हवेंतील निऑनमध्ये 20 व 22 अणुभाराचें प्रमाण $90 : 10$ असल्याचें सिद्ध करतां येतें.

यानंतर अँस्टनने क्लोरिन वायु परीक्षणाकरिता घेतला. ह्या वायूचा सरासरी अणुभार 35.46 असल्याचें शास्त्रज्ञांनी मान्य केलें होतें. मास स्पेक्ट्रोग्राफच्या सहाय्याने परीक्षण केल्यास 35 , 36 , 37 व 38 अणुभार दर्शविणाऱ्या चार रेषा मिळतात. 35.46 अणुभार दर्शविणारी एकहि रेषा मिळत नाही. क्लोरिनबरोबर हायड्रोजनक्लोरिक अम्ल सूक्ष्म प्रमाणांत असण्याची शक्यता लक्षांत घेतल्यास, 35 व 37 अणुभार दर्शविणाऱ्या रेषा क्लोरिनमुळे व 36 व 38 अणुभार दर्शविणाऱ्या रेषा हायड्रोजनक्लोरिक अम्लामुळे असें सिद्ध झालें. तेव्हा 35 व 37 अणुभाराचे क्लोरिन, योग्य प्रमाणांत एकत्र मिसळल्याने, क्लोरिन वायूचा सरासरी अणुभार 35.46 येतो असें म्हणतां येतें.

अशा तऱ्हेने वेगवेगळ्या मूलतत्त्वांचे आयसोटोप किंवा समस्थानी संशोधिल्यावर असें दिसतें की, बहुतेक सर्व मूलतत्त्वांचा अणुभार पूर्णांक-

मध्ये येतो. हायड्रोजनचा अणुभार किंचित्सा अपूर्णाक येतो. प्रयोगाने ठरविलेल्या अणुभाराच्या किंमतींत हजारांत एक एवढी संभाव्य चूक लक्षांत घेतां, मूलतत्त्वांचा अणुभार पूर्णांकामध्ये असतो हा निष्कर्ष अत्यंत महत्त्वाचा आहे. या निष्कर्षाने आपल्याला १८१५ सालीं प्राउटने मांडलेल्या कल्पनेची आठवण होते. मूलतत्त्वांच्या अणूमध्ये प्रोटिल नावाचें मुख्य तत्त्व असतें व तें सुख्य तत्त्व म्हणजेच हायड्रोजन वायु होय असें सिद्ध करण्याचा प्राउटचा प्रयत्न होता. हायड्रोजनचे निरनिराळे अणु एकत्र आल्यावर, निरनिराळ्या मूलतत्त्वांचे अणु वनतात असें त्याचें मत होतें. हायड्रोजन व ऑक्सिजन या दोन मूलतत्त्वांचा विचार केल्यास त्यांचा अणुभार अनुक्रमें एक व सोळा असल्याचें दिसून येतें. प्राउटच्या कल्पनेप्रमाणे हायड्रोजनचे सोळा अणु एकत्र आल्याने असतात व एक अणु वनतो व त्यामुळे ऑक्सिजनचा अणुभार हायड्रोजनच्या अणुभाराच्या सोळापट आहे. हीच कल्पना प्राउटने इतर मूलतत्त्वांच्या बाबतींत लावण्याचा प्रयत्न केला, व हायड्रोजनचे कमी-अधिक अणु एकत्र येऊन निरनिराळीं मूलतत्त्वे तयार होतात असें मत पुढे मांडलें. प्राउटने पुरस्कारलेल्या या कल्पना खऱ्या धरल्यास मूलतत्त्वांचे अणुभार पूर्णांकांत यावयास पाहिजे होते. नायट्रोजनचा अणुभार चौदा, व ऑक्सिजनचा अणुभार सोळा असल्याने प्राउटची कल्पना बरोबर असावी असें लोकांना वाटत होतें. पण क्लोरिनचा अणुभार ३५.४६ आल्याने व निरनिराळ्या तऱ्हेने प्रयोग करूनहि त्या अणुभारांत फरक होत नसल्याने, या अपूर्णांकांत असलेल्या क्लोरिनच्या अणुभाराचें स्पष्टीकरण कसे करावें हा प्रश्न शास्त्रज्ञांपुढे पडला. या अपूर्णांकांत असलेल्या अणुभाराचें स्पष्टीकरण प्राउटच्या कल्पनेप्रमाणे करणें अशक्य ठरल्याने, हायड्रोजनचे अणु एकत्र येऊन निरनिराळ्या मूलतत्त्वांचे अणु निर्माण होतात ही प्राउटची कल्पना बरोबर नाही असें ठरलें. त्यानंतर कित्येक वर्षे कोणीहि प्राउटच्या कल्पने-

कडे हुंकूनहि पाहिलें नव्हतें. अँस्टनने मास स्पेक्ट्रोग्राफच्या सहाय्याने केलेल्या संशोधनामुळे प्राउटच्या कल्पनांचें पुनर्जीवन झालें.

प्राउटच्या कल्पनांचें पुनर्जीवन झालें असें आपण म्हणतो त्या वेळीं प्राउटच्या कल्पना १८१५ सालच्या मूळ स्वरूपांत मान्य झाल्या असें, नसून, त्या कल्पनेचा अणुरचनेसंबंधी झालेल्या संशोधनाच्या साहाय्याने अर्थ लावायचा असतो. अणूमध्ये सहज समजतां येण्यासारखा अणु हायड्रोजनचा. एक धनविद्युत्कण व एक ऋण विद्युत्कण यांच्या एकत्र येण्याने हायड्रोजन अणु तयार होतो. त्याचप्रमाणे कोणत्याहि मूलतत्त्वाचा अणु धन व ऋणविद्युत्कण एकत्र येण्याने झालेला असतो. कोणत्याहि अणूवर विद्युद्भार नसल्याने त्यांतील ऋण व धनविद्युत्कणांची संख्या समान असते. मूलतत्त्वांच्या अणूंचें हें सामान्य स्वरूप समजल्यानंतर आपल्याला प्राउटच्या कल्पनांची आठवण होणें साहजिकच आहे. फक्त हायड्रोजन अणूऐवजी एक धनविद्युत्कण व एक ऋणविद्युत्कण म्हटलें म्हणजे झालें.

क्लोरिनसारख्या वायूमध्ये ३५ व ३७ अणुभाराचे दोन तऱ्हेचे अणु असतात हें समजल्यानंतर प्राउटच्या कल्पना खोऱ्या ठरवणारी गेल्या शतकांतली अडचण आता दूर झाली आहे.

हायड्रोजनसारख्या अत्यंत साध्या अणूमध्ये ऋण व धनविद्युत्कण समान संख्येंत असतात हें समजल्यानंतर निरनिराळ्या मूलतत्त्वांच्या अणु-भारांचा आइन्स्टाइनच्या सापेक्षतावादाच्या दृष्टिकोनांतून विचार झाला. आइन्स्टाइनच्या सापेक्षतावादाप्रमाणे भार व शक्ति हीं एकाच गोष्टीचीं दोन रूपें आहेत. म्हणजे भाराचें शक्तींत रूपांतर होऊं शकतें किंवा शक्तीचें भारांत रूपांतर करतां येणें शक्य असलें पाहिजे. शक्ति व भार यांचा परस्पराशीं संबंध दर्शवणारें एक सूत्र आइन्स्टाइनने मांडलें आहे, व तें सूत्र आता सर्वमान्य झालें आहे.

तें सूत्र, शक्ति = भार \times (प्रकाशाचा वेग)^२ असें आहे.

प्रकाशाचा वेग किती असतो हें ध्यानांत घेतल्यास, अतिशय थोड्या भाराच्या अणूमध्ये किती शक्ति सामावलेली आहे याची कल्पना येते.

आता आपण हायड्रोजन व हिलियम यांच्या अणुभाराचा विचार करूं. हायड्रोजनचा अणुभार एक व हिलियमचा चार असें आपण सर्वसाधारण समजतो. पण या अणुभाराकडे जरा चिकित्सक दृष्टीने पाहिलें तर हिलियमचा अणुभार = ४ (हायड्रोजनचा अणुभार) - ०.००७७ असल्याचें दिसून येतें. म्हणजे एक ग्रॅम हायड्रोजन अणूंचें हिलियम अणूमध्ये रूपांतर केल्यास, ०.००७७ इतका भार कमी होईल, व त्या भाराच्या तोलाइतकी शक्ति उष्णतेच्या रूपाने बाहेर पडते. ती शक्ति $०.००७७ \times ९. \times १०^{२०} = ६.९३ \times १०^{१८}$ अर्ग एवढी होईल. ही शक्ति कॅलरीमध्ये मांडायची म्हटल्यास ही शक्ति १.६६×१०^{११} कॅलरीज इतकी राहिल, व ती शक्ति जवळ जवळ २०००००० किलोवॉट अवरवरोवर असूं शकेल. म्हणजे एक ग्रॅम हायड्रोजनचें हिलियममध्ये रूपांतर केल्यास त्या रूपांतरामध्ये नष्ट होणाऱ्या भाराचें शक्तींत रूपांतर करणें शक्य झाल्यास, त्या शक्तीमुळे जवळ जवळ २.४×१०^९ ग्रॅम पाणी उत्कलनविंदूपर्यंत तापवितां येईल. फक्त एक ग्रॅम हायड्रोजनचें हिलियममध्ये रूपांतर केल्यास किती प्रचंड प्रमाणांत शक्ति बाहेर पडते हें वर केलेल्या ऊहापोहावरून समजतें. सूर्याच्या वातावरणामध्ये हायड्रोजनचें हिलियममध्ये सारखें रूपांतर घडत असल्याने, सूर्याच्या ठिकाणीं इतकी प्रखर उष्णता कां असतें, याचें कारण आपणास समजलें असें म्हणण्यास आता हरकत नाही.

येथपर्यंत तत्कालीन माहितीचा आढावा घेतल्यानंतर, अॅस्टनने हायड्रोजनचें हिलियममध्ये रूपांतर करण्याच्या वेळीं बाहेर पडणाऱ्या शक्तीविषयी फार सूचक उद्गार काढले आहेत, त्याकडे आपण वळूं.



फ्रेडरिक साँडी १९२१



फ्रान्सिस विल्यम अँस्टन १९२२



फ्रिड्रिख् प्रेग्ल १९२३



रिचर्ड झिग्माँडी १९२५

नोबेल पारितोषिक घेतल्यानंतर, तत्प्रसंगीं जमलेल्या विद्वज्जनांच्या समोर दिलेल्या व्याख्यानांत ते म्हणाले,

“ कालांतराने कोणा तरी संशोधकाला अणूमध्ये असलेली शक्ति दृश्य स्वरूपांत मिळविणें जर शक्य झालें, तर मानवाला स्वप्नांतहि कल्पना करतां येणार नाही इतकी असंभाव्य शक्ति वापरावयास मिळेल. पण ही शक्ति इतक्या वेगाने बाहेर पडेल की तिच्यावर कोणत्याहि तऱ्हेचा ताबा ठेवणें अशक्य होईल व त्या योगाने एक मोठा प्रचंड स्फोट घडून येईल. असा जर प्रसंग घडून आला तर पृथ्वीवर असलेल्या सर्व हायड्रोजन वायूचें हिलियम वायूंत रूपांतर होईल व त्या प्रसंगीं बाहेर पडलेल्या प्रचंड उष्णतेमुळे पृथ्वी नष्ट होऊन, एक नवीनच तारा जन्मास आला, असें सूर्याच्या ग्रहमालेंतील इतर ग्रहावर असलेले मानव (?) समजतील.”

अँस्टनने व्याख्यानाच्या शेवटीं वर्णन केलेला प्रकार घडून येऊं नये अशी कोणाचीहि—मग तो संशोधक असो की युद्धपिपासु राजकारणी पुरुष असो—अत्यंत मनापासून इच्छा असणार यांत शंका नाही. तरी पण अँस्टनने वर्णन केलेला प्रकार थोड्या अल्प प्रमाणांत का होईना हिरोशिमा व नागासाकी या जपानमधील शहरांवर टाकलेल्या अणुबॉम्बच्या स्फोटाच्या वेळीं घडून आला. त्या वेळीं झालेली जीवितहानि व वित्तहानि लक्षांत घेतां या दोन ठिकाणीं झालेला स्फोट फार भयंकर होता असें वाटतें. नागासाकी किंवा हिरोशिमा या शहरावर टाकलेल्या अणुबॉम्बच्या किती-तरी पट जबरदस्त अणुबॉम्ब तयार झाले आहेत व होत आहेत. जास्त जास्त संहारक अणुबॉम्ब तयार करण्यासाठी युद्धपिपासु राष्ट्रांमध्ये सारखी चढाओढ चालू आहे. तरीसुद्धा त्यांच्या स्फोटाने पृथ्वीवरील हायड्रोजनचें हिलियममध्ये रूपांतर होईल व पृथ्वी नष्ट होऊन नवीन ताऱ्याचा जन्म होईल, ही अमंगळ भविष्यवाणी खरी ठरण्यास अवश्य असणारी प्रचंड अजस्र शक्ति या अणुबॉम्बमध्ये नाही हें मान्य करावें लागतें. पण

अणुबॉम्बचा साठा वाढविण्याची जी राष्ट्रराष्ट्रांमध्ये चढाओढ लागून राहिली आहे, तिला वेळींच बंधन न घातल्यास अॅस्टनने वर्णन केलेला प्रकार घडून यायचा ! हिरोशिमा व नागासाकी या ठिकाणी अणुबॉम्बच्या स्फोटाने घडून आलेल्या प्रकाराची कल्पना १९२२ सालींच अॅस्टनला आली, हें त्याच्या सुसंगत विचारसरणीचें एक प्रतीकच म्हटलें पाहिजे.

संशोधनाचे परिणाम

अॅस्टनने समस्थानी शोधून काढण्याकरिता वापरलेल्या मास स्पेक्ट्रो-ग्राफमुळे एखाद्या मूलतत्त्वांत किती समस्थानी आहेत तें समजतें. अगदी साध्या भाषेंत बोलायचें म्हटल्यास, फोटोग्राफिक प्लेटवर आलेल्या दोन चार ठिपक्यांवरून एखाद्या मूलतत्त्वाचे किती समस्थानी आहेत, ते किती प्रमाणांत आहेत व त्यांचा अणुभार किती आहे हें समजून येतें. मूल-तत्त्वांच्या समस्थानींच्या अणुभारावरून, प्राउटच्या कल्पनेचें पुनर्जीवन झालें व यावरून विचार करित करित, आईन्स्टाइनने १९०७ सालीं मांडलेलें भार व शक्ति यांचें सूत्र पडताळून पाहण्यांत आलें व त्यावरूनच पृथ्वीवरील सर्व हायड्रोजनचें हिलियममध्ये रूपांतर होण्याची शक्यता प्राप्त झाली तर त्यामुळे पृथ्वी नष्ट होऊन नवीन ताऱ्याचा जन्म होईल येथपर्यंत कल्पनेची धाव गेली. या कल्पनेतील कांही गोष्टी शक्यतेच्या कोटींत आल्या. शक्यतेच्या कोटींत आलेल्या गोष्टींचें संहारक स्वरूप पाहिल्यानंतर, त्या कल्पनेतील बाकी गोष्टी खऱ्या होऊ नयेत अशी सर्वांची प्रार्थना आहे.

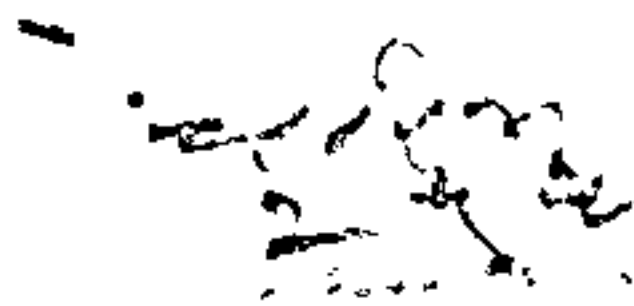
भाराचें शक्तींत रूपांतर अतिशय कमी व नियंत्रित वेगाने करून, निर्माण होणारी उष्णता उद्योगधंद्यांच्या कार्यां लावावी यासाठी मानवाचे प्रयत्न चालू आहेत. त्यांपैकी कांही प्रयत्न यशस्वीहि झाले आहेत. भारतांत तारापूर येथे अणुशक्तीचा उपयोग करून विद्युत्निर्मिती केन्द्र

लवकरच स्थापन व्हायचें आहे. भारतांत हा प्रयत्न वरील प्रयत्नांपैकीच आहे.

अँस्टनने केलेल्या संशोधनामुळे रसायन, विज्ञान आणि गणित या तिन्ही शाखांतील संशोधनास एक तऱ्हेची गति प्राप्त होऊन, पुढील संशोधनाचा पछा गांठण्यास मदत झाली आहे. मूलतत्त्वांच्या अणूंना विशिष्ट अणुभार असतो ही कल्पना एकोणिसाव्या शतकाच्या सुरुवातीस आली. त्यानंतर अणुभार नक्की ठरवण्याच्या पद्धती ठरल्या. अँस्टनने मूलतत्त्वांचे समस्थानी व त्यांचे अणुभार ठरविण्याची पद्धत बसविल्याकारणाने मूलतत्त्वांचे समस्थानी व त्यांचे अणुभार ह्यापुढील दहा-बारा वर्षांत नक्की ठरून गेले. त्यामुळे अणुशक्तिविषयक जें संशोधन झालें त्याला मदत झालीच पण त्याबरोबर निरनिराळ्या पदार्थांचें विश्लेषण करणें शक्य झालें.

अँस्टनच्या मास स्पेक्ट्रोग्राफनंतर समस्थानी ओळखण्याच्या नवीन नवीन पद्धति निघाल्या आहेत. १९१८ मध्ये शिकागोमधील डेम्पस्टर यांनी क्षारांचें बाष्पांत रूपांतर करून व त्यावर विद्युत् व चुंबकीय क्षेत्राचा परिणास घडवून आणून, मूलतत्त्वांचे समस्थानी शोधून काढण्याची पद्धत बसविली. समस्थानी शोधून काढण्यासाठी लागणारे मास स्पेक्ट्रोग्राफ बनवण्याची कला इतकी व्यवस्थित बसली आहे की, हीं यंत्रे बाजारांत मिळूं शकतात व तीं मिळविण्याकरिता व चाहू ठेवण्यासाठी विशेष खटाटोप करावा लागत नाही.

—:०:—



: १९२३ :

फिट्झ प्रेगल

(१८६९-१९३०)

☆

☆

चरित्र

☆

☆

☆

ऑस्ट्रियांतील लायवाक गावीं फिट्झ प्रेगलचा जन्म झाला. प्रथमतः त्याचा कल औषधीशास्त्राकडे होता व त्या प्रवृत्तीस अनुसरून त्याने १८९३ मध्ये ग्राझ विद्या-

पीठाची औषधीशास्त्राची पदवीहि घेतली होती. त्यानंतर फिझिऑलॉजी किंवा शरीरविज्ञान व हिस्टॉलॉजी किंवा पेशींचा सूक्ष्म अभ्यास या औषधीशास्त्रांतील शाखांचा अभ्यास करित असतां, रसायनशास्त्राचाहि अभ्यास करणें त्याला भाग पडलें. अभ्यासानंतर साहजिकच त्याला रसायनशास्त्राची गोडी वाटूं लागली. १९०४ मध्ये परदेशीं प्रवास करण्याकरिता त्यास शिष्यवृत्ति मिळाली. तेव्हा जर्मनींतील प्रख्यात प्रयोगशाळांना भेट देऊन तेथील संशोधनपद्धतींच्या अभ्यास करण्याचें त्याने ठरविलें. लाइप्झिग विद्यापीठांतील ओस्टवाल्डच्या प्रयोगशाळेंत कांही काळ व बर्लिन विद्यापीठांतील एमिल फिशर यांच्या प्रयोगशाळेंत कांही काळ संशोधनपद्धतींचा अभ्यास करून प्रेगल ग्राझला परतला.

ग्राझला परतल्यानंतर पित्ताशयांत मिळणाऱ्या निरनिराळ्या अम्लां-विषयी संशोधन करण्यास त्याने सुरुवात केली. पित्ताशयांत हीं अम्लें

“ सेंद्रिय पदार्थांचें सूक्ष्म विश्लेषण करण्याच्या पद्धती शोधून काढल्याबद्दल नोबेल पारितोषिक ”

इतक्या थोड्या प्रमाणांत असतात की तीं अम्लें भरपूर प्रमाणांत मिळविण्या-
 साठी पुष्कळशीं पित्ताशयें गोळा करून त्यांतून अम्लें मिळवून मग
 संशोधनास हात घालावा की अल्प प्रमाणांत हातीं लागलेल्या अम्लांचें
 सूक्ष्म विश्लेषण करून त्या अम्लांत असणाऱ्या कार्बन, हैड्रोजन इत्यादि
 मूलतत्त्वांचें एकमेकांशीं प्रमाण ठरवावें हा एक मोठा प्रश्न त्याच्यापुढे उभा
 राहिला. पुष्कळशीं पित्ताशयें गोळा करून, त्यांमधून पुष्कळ प्रमाणांत
 अम्लें मिळविण्याचें कार्य कठीण व जवळ जवळ अशक्य असल्याने
 त्याने दुसऱ्या पद्धतीचा अवलंब करण्याचें ठरविलें. अतिशय थोड्या
 प्रमाणांत सेन्द्रिय पदार्थ घेऊन त्याचें अत्यंत काळजीपूर्वक ज्वलन करून
 कार्बन, हायड्रोजन, नायट्रोजन इत्यादि मूलतत्त्वांचें परस्परांशीं प्रमाण
 ठरविण्याची पद्धत त्याने वसविली. हें कार्य करण्यांत त्याचा १९१० ते
 १९१३ हा तीन वर्षांचा काल गेला. हें कार्य करीत असतां, इन्सब्रुक
 विद्यापीठामध्ये अध्यापनाचें त्याचें कार्य चालू होतें. १९१३ मध्ये इन्सब्रुक
 विद्यापीठ सोडून, ग्राझ विद्यापीठामध्ये प्राध्यापक म्हणून राहण्याचें त्याने
 ठरविलें. त्याने हातीं घेतलेल्या संशोधनकार्याचें महत्त्व जाणून व्हिएन्ना
 विद्यापीठाने त्यास प्राध्यापकाची जागा देऊं केली होती व त्याने व्हिएन्ना
 विद्यापीठांत यावें म्हणून खटपटहि केली होती पण ज्या ग्राझ विद्यापीठा-
 मध्ये आपण आपला शिक्षणक्रम पुरा केला त्या ग्राझ विद्यापीठामध्येच
 राहाण्याचें त्याने ठरविलें. त्या निश्चयानुसार त्याने १९१३ पासून १९३०
 पर्यंत म्हणजे आपल्या मृत्यूपर्यंत एकंदर सतरा वर्षे त्याने त्या विद्यापीठांत
 प्राध्यापक व संशोधक म्हणून काम केलें.

या सतरा वर्षांच्या वास्तव्यांत, सूक्ष्म विश्लेषणपद्धतींत जास्त जास्त
 सुधारणा करण्याकडे त्याने लक्ष पुरविलें व सूक्ष्म विश्लेषणाची पद्धत एन्झा-
 इम्स, पित्ताशयांत मिळणारीं अम्लें इत्यादि संशोधनाच्या कामीं अत्यंत
 यशस्वी रीत्या हाताळलीं. कित्येकदा वनस्पतींतील कटुद्रव्यें विषारी

व प्राणघातक असतात हा गुणधर्म लक्षांत घेऊन, आत्महत्येस प्रवृत्त झालेले लोक किंवा खुनी प्रवृत्तीचे लोक हीं कटुद्रव्ये वापरतात. मनुष्य अचानक मृत्यु पावल्यास त्यास नैसर्गिक कारणामुळे मृत्यु आला कीं, एखादा विषारी पदार्थ पोटांत गेल्याने त्यास मृत्यु आला हें ठरवावें लागतें. विषारी द्रव्याने मृत्यु आल्यास, मनुष्य मृत पावला तरी तें विषारी द्रव्य शरीरांतून पूर्णपणें जात नाही. यासाठी शवविच्छेदन करून माणसाचे जठरादि अवयव रासायनिकदृष्ट्या तपासले जातात; व त्यावरून मृत्यु अपघाती आला की नैसर्गिक कारणाने आला हें ठरविण्यांत येतें; अपघाती मृत्यु असल्यास कोणतें विष दिलें गेलें असावें याचा पुरावा मिळणें अत्यंत कठिण पडतें. विषारी कटुद्रव्यामुळे मृत्यु आला असल्यास कोणतें कटुद्रव्य घेतलें असावें हें ठरविण्यासाठी प्रेग्लने बसविलेल्या सूक्ष्म विश्लेषणपद्धति अत्यंत उपयोगी पडतात.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें कार्य

सेन्द्रिय संयुक्तामधील असणारीं मूलतत्त्वे कोणत्या प्रमाणांत आहेत हें ठरविण्यासाठी त्या संयुक्ताचें कांही विशिष्ट परिस्थितींत ज्वलन करावें लागतें. हें ज्वलन पूर्ण झाल्यावर संयुक्तांतील कार्बनचें कार्बन-डाय-ऑक्साइडमध्ये व हायड्रोजनचें पाण्यामध्ये संपूर्णतः रूपांतर होतें. ज्वलनाचा हा प्राथमिक स्वरूपाचा भाग संपल्यानंतर, ज्वलनाने मिळालेला कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु पोटॅशियम हायड्रॉक्साइडच्या विलयनामध्ये किंवा कॉस्टिक सोडा व कॅल्शियम हायड्रॉक्साइडच्या मिश्रणांत शोषला जातो; तर मुद्दाम तापवून तयार केलेल्या अजल कॅल्शियम क्लोराइडमध्ये हायड्रोजनच्या ज्वलनामुळे मिळालेलें पाणी शोषलें जातें. शोषण पुरें झालें आहे याची खात्री केल्यानंतर शोषून घेणाऱ्या पदार्थाच्या किंवा विलयनाच्या वजनामध्ये घडून आलेला फरक अचूक तराजूच्या सहाय्याने नक्की केला जातो; व त्यावरून संयुक्तामध्ये असणाऱ्या कार्बन व हायड्रोजनचें प्रमाण

ठरवलें जातें. सेन्द्रिय पदार्थांचें ज्वलन कांचेच्या नलिकेंतच केलें जातें. प्रयोग करीत असतां ही नळी वितळून प्रयोगांत घोटाळा होऊं नये यासाठी चटकन न वितळणाऱ्या काचेची नळी वापरणें जरूर असतें. अशा नळीमध्ये ज्याचें विश्लेषण करायचें त्याचा वजन केलेला नमुना व कॉपर ऑक्साइड (ताम्रप्राणिद) एकत्र मिसळलें जातें. कॉपर ऑक्साइड-मुळे सेन्द्रिय पदार्थांचें ज्वलन करणें सुलभ जातें. प्रयोगांत जरासुद्धा चूक राहूं नये यासाठी म्हणजे थोडासुद्धा पदार्थ ज्वलनांतून सुटूं नये यासाठी जरूरीपेक्षा किती तरी पट जास्त कॉपर ऑक्साइड घेतलें जातें. ज्वलनानंतर मिळणारा कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु व वाष्परूपानें मिळणारें पाणी उपकरणांतील बारीकसारीक छिद्रांतून बाहेर जाणार नाही व व्यवस्थित रीत्या शोपलें जाईल याची काळजी घ्यावी लागते. सेन्द्रिय पदार्थांतील कार्बन व हायड्रोजनचें प्रमाण ठरविल्यानंतर त्यांत असलेल्या इतर मूलतत्वांचें प्रमाण ठरविण्यांत येतें. विश्लेषणासाठी घेतलेल्या पदार्थांमध्ये नायट्रोजन, गंधक, फॉस्फरस किंवा क्लोरिन्, ब्रोमिन व आयोडिन असल्यास त्यांचें संयुक्तांतील प्रमाण ठरविण्यासाठी स्वतंत्र पद्धतींचा अवलंब करावा लागतो. त्या सर्व पद्धतींचा ऊहापोह येथे करण्याची जरूर नाही.

संयुक्तामध्ये असलेल्या सर्व मूलतत्वांचे एकमेकांशीं प्रमाण ठरविल्यानंतर त्या संयुक्तामध्ये कोणते अणुसमुदाय आहेत हें ठरवावें लागतें. उदाहरणार्थ, कार्बोक्सिल किंवा CO OH हा अणुसमुदाय संयुक्तांत असल्यास, त्यामुळे संयुक्त अम्लधर्मी वनतें. या अणुसमुदायासारखे मिथाॅक्सि (-O CH₃), हायड्रॉक्सी (-OH), नायट्रो (-NO₂) किंवा तत्सम अणुसमुदाय शोधून काढल्यानंतर संयुक्ताचें रासायनिक स्वरूप समजण्यास मदत होते.

विश्लेषणासाठी घेतलेल्या पदार्थांमध्ये नैट्रोजन, गंधक किंवा हॅलोजन

वर्गातील क्लोरिन, ब्रोमिनसारखे मूलतत्त्व असल्यास अशा पदार्थांच्या ज्वलनाने कार्बन-डाय-ऑक्साइडजोडीला त्यासारख्याच गुणधर्मांचे इतर वायु मिळतात व हे वायु कॉस्टिक पोटॅशच्या विलयनामध्ये किंवा कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड व कॉस्टिक सोड्याच्या मिश्रणामध्ये शोषले जाऊन, प्रत्यक्षांत आहे त्यापेक्षा जास्त कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु निर्माण झाल्याचा भास होणे शक्य आहे. असें होऊं नये यासाठी फक्त कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायूच कॉस्टिक पोटॅशच्या विलयनांत शोषला जावा व त्याबरोबर निर्माण झालेले इतर वायु कॉस्टिक पोटॅशच्या विलयनापर्यंत पोहोचू नयेत याबद्दल काळजी घेणे भाग पडते.

विश्लेषणासाठी घेतलेल्या पदार्थांच्या गुणधर्माप्रमाणे त्यांच्या संपूर्ण ज्वलनासाठी वेगवेगळे पदार्थ वापरावे लागतात. निरनिराळ्या पदार्थांच्या ज्वलनासाठी वेगवेगळे पदार्थ वापरण्याऐवजी सर्व ज्वलनाच्या प्रयोगांत उपयोगी पडेल असा एकच पदार्थ किंवा एकच मिश्रण सूक्ष्म विश्लेषणासाठी वापरावे यासाठी प्रेगलने पुष्कळ प्रयत्न केले. खूप प्रयोगांनंतर सर्व प्रयोगास उपयोगी पडू शकेल अशा तऱ्हेचें एक मिश्रण त्यांच्या पसंतीस उतरलें. हें मिश्रण कॉपर ऑक्साइडपासून बनवलेलें असून, ज्वलनाच्या प्रयोगाच्या वेळीं, काचेच्या नळींतच पण चांदीच्या चकत्यामध्ये ठेवावे लागते. या मिश्रणानंतर लेड पेरोक्साइड ($Pb O_2$) चा एक थर ठेवून नंतर सेन्द्रिय संयुक्ताचें ज्वलन घडवून आणण्याचा प्रघात प्रेगलने पाडला. वर नमूद केलेल्या सर्व गोष्टी सकृदर्शनीं सोप्यां वाटतात. पण प्रत्यक्ष प्रयोगांत हवा असलेला विनचूकपणा येण्यास फार परिश्रम पडतात. प्रेगलने या प्रयोगांत लक्ष घालण्यापूर्वी विश्लेषणासाठीं घ्यायचा नमुना साधारण अर्धा ग्रॅम तरी लागे. प्रेगलने जी सूक्ष्म विश्लेषणपद्धति बसविली तिला अनुसरून नीट काळजीपूर्वक विश्लेषण केल्यास दोन

चार मिलिग्रॅम इतक्या पदार्थाचें सूक्ष्म विश्लेषण करून त्यांतील मूलतत्त्वांचें परस्परांशीं प्रमाण अचूक ठरवितां येऊं लागलें.

प्रेगलने केलेले कांही कांही प्रयोग एक मिलिग्रॅम इतक्या वजनाच्या पदार्थावर केले होते. तरी देखील त्याच्या विश्लेषणांतील संभाव्य चूक अत्यंत कमी होती. अचूक विश्लेषण करण्यासाठी कमींत कमी कितती पदार्थ घ्यावा याचें अत्यंत समाधानकारक उत्तर त्याने शोधून काढलें. सेन्द्रिय रसायनाचे जनक समजले जाणारे वोलर व लीविग यांच्या वेळीं अर्धा ग्रॅम पदार्थ विश्लेषणासाठी घ्यावा लागे. कधी कधी तोहि अपुरा वाटून १ ग्रॅम पदार्थ विश्लेषणासाठी घेत असत. एकोणिसावें शतक संपत आलें त्या वेळीं तोंपर्यंत विश्लेषणपद्धतींत झालेल्या सुधारणांमुळे १५० ते २०० मिलिग्रॅम इतका पदार्थ विश्लेषणासाठी पुरूं लागला. प्रेगलच्या सूक्ष्म विश्लेषणपद्धतीमुळे विश्लेषणासाठी घ्यायच्या पदार्थाचें कमींत कमी वजन दीडशें मिलिग्रॅमवरून दोन चार मिलिग्रॅमवर आलें. इतकें कमी वजन घेऊनहि विश्लेषण अचूक, हें प्रेगलच्या पद्धतीचें विशेष होय. अशा रीतीने विश्लेषणशास्त्रांत प्रेगलने घडवून आणलेली प्रगति अत्यंत समाधानकारक म्हटली पाहिजे.

प्रेगलच्या सूक्ष्म विश्लेषणपद्धतीने मुख्यतः दोन गोष्टी साधल्या. सेन्द्रिय पदार्थाच्या ज्वलनासाठी वापरण्यांत येणारीं रसायनें व ज्वलनक्षम वायु पूर्वीपेक्षा अतिशय कमी लागूं लागला. दुसरें पूर्वीच्या पद्धतीने विश्लेषण संपवण्यास जितका वेळ लागत असे त्याच्या एक-तृतीयांश वेळामध्ये हें सूक्ष्म विश्लेषण पार पाडतां येतें, व त्यांतील अचूकपणा पूर्वीच्याहून जास्तच असतो.

सेन्द्रिय पदार्थांमध्ये असणारे अणुसमुदाय शोधून काढण्याकरिता, प्रेगलने नेहमी वापरण्यांत येणाऱ्या पद्धतींत पुष्कळच सुधारणा केल्या व त्या पद्धती जास्त सूक्ष्म केल्या. पदार्थ द्रावकामध्ये विरघळवून द्रावकाच्या

उत्कलन बिंदूमध्ये होणारा फरक अत्यंत सूक्ष्म उष्णतामापकाच्या सहाय्याने मोजून, त्या पदार्थाचा व्यूहाणुभार ठरविण्याचा प्रघात आहे. याहि पद्धतींत सुधारणा करून केवळ सात मिलिग्रॅम पदार्थ हातीं असला तरी त्या पदार्थाचा व्यूहाणुभार ठरविण्याची पद्धत प्रेगलने बसविली.

संशोधनाचे परिणाम

अतिशय थोड्या प्रमाणांत पदार्थ घेऊन त्याचें विश्लेषण करून पाहण्याचे प्रयत्न प्रेगलने पहिल्यानेच केले असें नाही. जवळ जवळ शंभर वर्षांपूर्वी बुन्सेन आणि किरचॉफ यांनी सोडियम किंवा तत्सम अल्कली धातूंचा प्रकाशपट काढून प्रकाशपटांत येणाऱ्या रेषांच्या लहरी-वरून कोणतें मूलतत्त्व विश्लेषणासाठी घेतलेल्या पदार्थांत आहे हें ठरविण्याची प्रकाशपटाची पद्धत बसविली. या प्रकाशपटाच्या पद्धतीने एक-दशलक्षांश ग्रॅम सोडियम किंवा पोटॅशियम ओळखतां येतें. त्याच-प्रमाणे शर्करा व प्रथिनें यांचा कांही विशिष्ट रसायनावरोवर संयोग घडवून आणून, मिळणाऱ्या पदार्थांच्या रंगावरून शर्करा किंवा प्रथिनें अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणांत असलीं तरी त्यांचें अस्तित्व शोधून काढण्याची पद्धत शास्त्रज्ञांनी या अगोदरच बसविली होती. पण या सर्व पद्धतींत पदार्थांचें अस्तित्व फक्त समजत असे. पदार्थांचें पृथक्करण करून त्यांतील मूलतत्त्वांचें परस्परांशीं प्रमाण या पद्धतीवरून समजत नसे.

फक्त २-४ मिलिग्रॅम इतक्या थोड्या प्रमाणांत सेन्द्रिय पदार्थ घेऊन त्यांतील कार्बन, हायड्रोजन इत्यादि मूलतत्त्वांचें परस्परांशीं प्रमाण शोधून काढण्याचें काम प्रेगलने प्रथमतःच करून दाखविलें. प्रेगलच्या संशोधनाचा सेन्द्रिय रसायनामध्ये व त्यांतल्या त्यांत जीवरसायनामध्ये संशोधन करणाऱ्या शास्त्रज्ञांना विशेष उपयोग झाला. कित्येकदा प्राण्यामध्ये किंवा वनस्पतीमध्ये अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणांत मिळणाऱ्या सेन्द्रिय पदार्थांचें विश्लेषण करायचें असतें, त्या वेळीं प्रेगलची विश्लेषणपद्धती उपयोगी पडते. प्राण्यांच्या

शरीरांत किंवा वनस्पतीमध्ये आढळून येणारीं द्रव्ये विश्लेषणाच्या नेहमींच्या पद्धतीस उपयोगी पडतील अशा प्रमाणांत मिळत नाहीत. तीं तितक्या प्रमाणांत मिळविण्याकरिता कित्येक टन मूळ पदार्थापासून सुरुवात करावी लागेल व तें काम अत्यंत जिकिरीचें व खर्चचें होऊन वसेल. फुलांमधील रंगद्रव्ये, अन्नांतील विटॅमिन्स किंवा जीवनसत्त्वे व निर-निराळ्या प्राण्यांच्या शरीरांत आढळणारीं हॉर्मोन्स किंवा ग्रंथिद्रव्ये यांचें विश्लेषण करण्याकरिता प्रेगलच्या पद्धतीचा जास्त उपयोग होतो.

किरणोत्सर्गाचा शोध लागल्यानंतर एक-दशलक्षांश ग्रॅम याहूनहि कमी प्रमाणांत असणारा पदार्थ किरणोत्सर्गाच्या सहाय्याने ओळखतां येतो. म्हणजे सर्वसाधारणपणें नेहमी वापरण्यांत येणाऱ्या विश्लेषणपद्धति प्रेगलच्या सूक्ष्म विश्लेषणपद्धती व किरणोत्सर्गाच्या सहाय्याने शक्य कोटींत आलेल्या अतिसूक्ष्म विश्लेषणपद्धती अशा पायऱ्या दाखवितां येतील. सूक्ष्म विश्लेषणासाठी वापरण्यांत येणारा तराजू नेहमी वापरण्यांत येणाऱ्या तराजूचीच सुधारून काढलेली आवृत्ति असते. प्रेगलने ज्या कुल्मान. तराजूच्या सहाय्याने आपलें विश्लेषणाचें सर्व कार्य यशस्वी केलें त्या तराजूमध्ये अचूक वाढावा व अत्यंत सूक्ष्म पदार्थाचें वजन करतां येण्याची सोय ह्या दोन गोष्टी विशेष होत्या. हा कुल्मान तराजू तयार करण्यामध्ये कोणत्याहि नवीन तत्त्वाचा किंवा पद्धतीचा उपयोग केला नव्हता. अति-सूक्ष्म विश्लेषणपद्धति हाताळीत असतां, पदार्थाचें वजन करण्याकरिता निराळ्याच तत्त्वाचा व पद्धतीचा अवलंब करावा लागतो.

—:०:—

: १९२४ :

या वर्षी नोबेल पारितोषिक दिलें गेलें नाहीं

—:०:—

: १९२५ :

रिचर्ड झिगमॉडी

(१८६५-१९२५)

☆

☆

☆

☆

☆

चरित्र

रिचर्ड झिगमॉडीचा जन्म विहएन्ना शहरीं झाला. त्याचे वडील वैद्यकीय व्यवसाय करीत असत व त्यांनी शस्त्रवैद्यकीविषयी संशोधन करून कांही नवीन उपकरणे

शोधून काढलीं होतीं. फार लहान वयापासूनच झिगमॉडीस रसायन व विज्ञान या विषयांत गोडी लागली व या दोन विषयांच्या अभ्यासास त्याने लहानपणापासूनच सुरुवात केली. त्याचें शिक्षण विहएन्ना व म्युनिच या शहरांत झालें. त्याचें शिक्षण पूर्ण होण्याआधीं त्याने वर्लिनमधील कुंट या प्रख्यात विज्ञानशास्त्रज्ञाच्या हाताखाली त्याचा मदतनीस म्हणून कांही दिवस काम केलें. जे पदार्थ प्रकाशकिरण जास्त शोषून घेतात अशा पदार्थांचा प्रकाशपट काढल्यास तो प्रकाशपट सामान्यतः इतर पदार्थांच्या प्रकाशपटासारखा दिसून येत नाही. अशा प्रकाशकिरण जास्त शोषून घेणाऱ्या पदार्थांच्या प्रकाशपटाविषयी कुंटचें संशोधन चाळू होतें. कुंटच्या हाताखालीं तें संशोधन करीत असतां, झिगमॉडीचें लक्ष माती-कामावर सुवर्णक्षार पसरून तें मातीकाम भाजल्यानंतर त्यावर येणाऱ्या रंगाकडे वेधलें. सुवर्णक्षारांच्या जोडीला जे पदार्थ मिसळलेले असतात त्या

“ श्लेष्मल पदार्थांचें स्वरूप समजावून देण्याबद्दल व तें समजावून घेण्यासाठी नवीन पद्धति शोधून काढल्याबद्दल नोबेल पारितोषिक ”

पदार्थांचा मातीकामावर येणाऱ्या रंगावर परिणाम घडून आल्याचें त्यास दिसून आलें. तेव्हा या विषयावर संशोधन केल्यास, एका नवीन विषयावर संशोधन केल्याचें श्रेय आपणास मिळेल अशा विचाराने त्याने ह्या विषयावरच संशोधन सुरू केलें. यानंतर झिग्माँडी ऑस्ट्रियांतील ग्राझ विद्यापीठांत नोकरीस लागला व तेथे त्याने मातीकामावर सुवर्णाचे क्षार पसरून व तें मातीकाम भाजून त्यावर येणाऱ्या रंगाविषयी संशोधन सुरू केलें. संशोधनाचा हा विषय झिग्माँडीला नवीन वाटला तरी तो तितकासा नवीन नव्हता. मध्ययुगांतील किमयागारांनी हा विषय त्यांच्या विशिष्ट दृष्टिकोनांतून हाताळला होता.

१६७९ मध्ये जोहान कंकेल या संशोधक किमयागाराने सुवर्ण तयार करण्याचा कृतीचा शोध लावावा या हेतूने बरींच वर्षे संशोधन केलें होतें. कंकेलला सुवर्ण तयार करण्याची कृति मिळाली नाही. तरी त्याने केलेल्या संशोधनामुळे माणकाच्या रंगाची लालभडक कांच तयार करण्याची कृति समजली. ह्या कृतीचा भरपूर फायदा आपणास मिळावा या हेतूने कंकेलने आपलें संशोधन प्रसिद्ध केलें नाही व उलट ती कृति गुप्त ठेवण्यासाठी कसोशीचे प्रयत्न केले. जोहान कंकेलनंतर अँड्रियस कॅशियस ह्या किमयागाराने सुवर्णाच्या क्षारांचें विलयन व स्टॅनिक क्लोराईड या क्षाराचें विलयन यांच्या मिश्रणापासून एक सुंदर लालसर जांभळा रंग बनविला. तो जांभळा रंग अजूनहि कॅशियसचा जांभळा रंग या नांवाने ओळखला जातो.

१८५७ मध्ये इंग्लंडमधील विख्यात रसायनशास्त्रज्ञ मायकेल फॅरडे याने सुवर्णाचे क्षार वापरून कांचेस लाल रंग कसा येतो हें समजावून देण्याचा प्रयत्न केला. फॅरडेच्या मताने सुवर्णाचे अति सूक्ष्म आकाराचे कण काचेंत पसरले गेल्याकारणाने कांचेस लाल रंग येतो. गोल्ड क्लोराईड ह्या सुवर्णाच्या क्षाराच्या विलयनावर ईथरमध्ये विरघळवलेल्या फॉस्फरसचा

प्रयोग करून निरनिराळे रंग असणारीं विलयनें तयार करण्याची कृति फॅरडेने शोधून काढली. त्याहि वेळीं हे सुंदर रंग सुवर्णाचे सूक्ष्म कण विलयनांत पसरल्याने व त्यास श्लेष्मल स्वरूप प्राप्त झाल्याने, विलयनास निरनिराळे रंग प्राप्त होतात असें मत मांडण्यांत आलें. धातूचे किंवा एखाद्या न विरघळणाऱ्या पदार्थाचे सूक्ष्म कण एखाद्या द्रावकांत पसरल्यानंतर जें विलयन तयार होतें त्या विलयनास श्लेष्मल विलयन किंवा कोलॉइडल सोल्युशन म्हणण्याचा प्रघात आहे. श्लेष्मल विलयनांत, न विरघळणाऱ्या पदार्थाचे सूक्ष्म कण इतके सूक्ष्म असतात की ते आपण डोळ्यांनी पाहूं शकत नाही. ग्रीक भाषेंत कोला या शब्दाचा अर्थ गोंद किंवा डिंक असा आहे. डिंकाचें पाण्यांत विलयन केल्यास, त्या विलयनाचे गुणधर्म मिठाच्या विलयनाच्या गुणधर्माहून भिन्न असतात. मीठ घनस्थितींत असतां त्याचे स्फटिक मिळतात किंवा मिठाचें विलयन हळूहळू तापविल्यास त्यांतून मिठाचे स्फटिक वाजूला काढतां येतात. पण डिंकाचे स्फटिक कधीहि मिळवितां येत नाहीत. ज्या पदार्थाच्या विलयनाचे गुणधर्म डिंकाच्या विलयनाच्या गुणधर्मासारखे असतात त्या पदार्थास कोलॉइड व ज्या पदार्थाच्या विलयनाचे गुणधर्म मिठाच्या विलयनाच्या गुणधर्मासारखे असतात त्या पदार्थास क्रिस्टलॉइड किंवा स्फटिक म्हणण्याचा प्रघात १८५२ पासून ग्रॅहॅम ह्या संशोधकाने पाडला आहे.

सुवर्णाच्या श्लेष्मल विलयनासंबंधीचे झिग्माँडीचें संशोधन वरींच वर्षे चालू होतें. जेनामधील प्रसिद्ध शॉट काचकारखान्यांत काम करीत असतां, १८९७ ते १९०० पर्यंत व स्वतांच्या खाजगी प्रयोगशाळेंत १९०० पासून १९०३ पर्यंत झिग्माँडीने सुवर्णाचे श्लेष्मल विलयन याच विषयावर निरनिराळ्या दृष्टिकोनांतून संशोधन केलें. या संशोधनाच्या आधारे ल्याने सिडेन्टॉफ या विज्ञानशास्त्रज्ञाच्या मदतीने आल्ट्रामायक्रोस्कोप किंवा अतिसूक्ष्मदर्शक यंत्राचा शोध लावला. १८८१ मध्ये जॉन टिंडॉलने

विलयनांत विखुरले गेलेले, अद्राव्य, सूक्ष्म व डोळ्यांनी न दिसणारे कण— म्हणजेच श्लेष्मल अवस्थेतील कण—दिसते करण्याकरिता त्या विलयनावर एकाच दिशेकडून प्रकाशाचा झोत टाकण्याची पद्धत शोधून काढली होती. श्लेष्मल विलयनावर एका वाजूने प्रकाशाचा झोत टाकल्यास विलयनांत असणाऱ्या अद्राव्य सूक्ष्म कणांच्या योगाने त्यांतील कांही किरण परावर्तित होतात व पूर्वी अदृश्य असणारे विलयनांतील कण आता दृश्य होतात. बंद अंधान्या खोलींत एका वाजूने उन्हाचा कवडसा पडल्यावर ज्याप्रमाणे त्या कवडशांत असलेले धुळीचे सूक्ष्म कण दृश्यमान होतात त्यासारखाच प्रकार, टिंडॉलने शोधून काढलेल्या पद्धतींत आहे. टिंडॉलच्या पद्धतीने दृश्यमान झालेले कण सूक्ष्मदर्शक यंत्राने मोजून, त्यांची संख्या ठरवून व त्यावरून त्यांचे आकारमान ठरविण्याची पद्धत झिग्मांडीने १९०३ मध्ये वसविली. त्या पद्धतीचा उपयोग करून श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या पदार्थांच्या कणांचे आकारमान ठरविण्याचा प्रघात आहे.

१९०७ मध्ये गॉटिन्जेन विद्यापीठाने निरिंद्रिय रसायनशाळेच्या चालकाच्या स्थानावर त्याची नेमणूक केली. १९०७ नंतरचें त्याचें सर्व संशोधन गॉटिन्जेनमधील या प्रयोगशाळेंत झालें. श्लेष्मल विलयनें हा एकच विषय निरनिराळ्या दृष्टिकोनांतून संशोधून त्या विषयाची सांगोपांग माहिती मिळविण्याचा त्याचा आटोकाट प्रयत्न होता असें त्याच्या संशोधनासंबंधी वोलतां येईल.

पारितोषिकास पात्र ठरलेलें संशोधन

नोबेल पारितोषिक स्वीकारल्यानंतर, आपल्या संशोधनाचा आढावा देणारें एक व्याख्यान झिग्मांडीने स्वीडिश अॅकॅडमीपुढे दिलें. त्या व्याख्यानाच्या आधारेणें त्यांच्याच शब्दांत झिग्मांडीच्या संशोधनाचा सारांश पुढे दिला आहे :

“सुवर्णाचे क्षार वापरून, माणकाच्या रंगाच्या काचा मिळतात.

काचांचा हा लाल रंग सोन्याचे सूक्ष्म कण काचेमध्ये विखुरल्यामुळे येतो हे आतापर्यंत बहुतेक सर्वांना मान्य झाले आहे. रासायनिक दृष्ट्या एकमेकांशी सारखी असणारी संयुक्ते वितळविलेल्या काचेमध्ये टाकल्यास त्यापासून जो रंग काचेला मिळतो त्यामध्ये थोडा थोडा फरक असतोच. त्यामुळे मूळ संयुक्तांच्या अणुरचनेचा रंगावर काय परिणाम असावा यासंबंधी संशोधन करणे जरूर आहे असे वाटून मी या संशोधनास सुरुवात केली. त्या वेळी मला असे आढळून आले की, भिन्न भिन्न व कधी कधी एकमेकांच्या उलट गुणधर्मांची संयुक्ते वापरली तरी काचेला एकच रंग मिळतो. प्रयोगांतीं समजून आलेले हे सत्य सहज पटण्यासारखे नव्हते. त्या अर्थी या प्रश्नाचा जास्त खोलवर विचार करून, काचेला रंग कसे येतात या प्रश्नाचा विचार करण्याचे मी ठरवले. यासाठी मी कॅशियस जांभळ्या रंगावर संशोधन सुरू केले. त्या वेळी गडद लाल रंगाचे सुवर्णाचे श्लेष्मल विलयन मिळविण्याकरिता फॉर्माल्डेहाइडचे विलयन वापरण्याचा प्रघात होता. तेव्हा त्याच पद्धतीने म्हणजे फॉर्माल्डेहाइडचे विलयन वापरून गडद लाल रंगाचे श्लेष्मल सुवर्णविलयन मी मिळवले व त्यापासून कॅशियसचा जांभळा रंग मिळविण्याचा मी प्रयत्न केला. ज्या वेळी माझा हा प्रयोग यशस्वी झाला त्या वेळी कॅशियसचा जांभळा रंग म्हणजे श्लेष्मल सुवर्ण व श्लेष्मल टॅनिक अम्ल यांचे मिश्रण होय ही माझी कल्पना खरी ठरली.

श्लेष्मल पदार्थांचे मिश्रण एखाद्या संयुक्तासारखे वाटते, आणि त्यामुळे श्लेष्मल पदार्थांच्या मिश्रणासच संयुक्त समजण्याची चूक वज्याच जणांकडून होण्याचा संभव आहे. द्रावकामध्ये तितकेच (एकच भार असलेले) सुवर्ण सूक्ष्म कणांच्या रूपाने विखुरले वा पसरले गेले असले तरी तयार झालेल्या श्लेष्मल विलयनावर प्रकाशाचा झोत टाकून त्या विलयनामध्ये दिसून येणारा टिंडॉल कोन पाहिल्यास हा कोन निरनिराळ्या विलयनांमध्ये

थोड्याबहुत फरकाने प्रत्येक विलयनांत निराळा असतो. कांही श्लेष्मल विलयनाचें संशोधन करीत असतां, मला असें दिसून आलें की, प्रकाशाच्या झोतांत दृश्य होणारे सूक्ष्म कण सूक्ष्मदर्शक यंत्राने पाहणें कठीण पडतें. त्याकरिता प्रखर प्रकाशाच्या योगाने दृश्य होणारे सूक्ष्म कण नीट मोजतां यावेत याकरिता चालू असलेल्या पद्धतींत सुधारणा करण्याचें काम मीं हातीं घेतलें. या कामीं जेनामधील सिडेन्टॉफ यांनी मला बहुमोल मदत केली, व त्यांच्या साहाय्याने मी अतिसूक्ष्मदर्शक यंत्राची रचना केली. मी सिडेन्टॉफ यांच्या सहकार्याने बनविलेलें हें यंत्र अतिशय कार्यक्षम आहे. त्यांच्या साहाय्याने एक—कोट्यांश सेन्टिमीटर इतक्या आकारमानाचे कण मोजतां येऊं लागले. श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या सुवर्णाच्या कणावर विद्युद्भार असतो व विद्युद्भारामुळेच हे कण श्लेष्मल अवस्थेंत राहूं शकतात. कणावरील असलेला हा भार काढून टाकला तर हे कण एकमेकांजवळ येऊन एकत्र होतात व त्यापासून मोठे कण निर्माण होतात. कणांचें आकारमान वाढल्यावर ते विलयनाच्या तळाशीं बसूं लागतात. कणावरील विद्युद्भार काढून टाकण्याचें कार्य, एखाद्या क्षाराचें विलयन श्लेष्मल विलयनांत टाकल्यावर सुरू होतें. सुवर्णाचे सूक्ष्म कण एकत्र येत येत मोठे होत असतां, सुवर्णाच्या श्लेष्मल विलयनाचा रंग बदलूं लागतो. अतिसूक्ष्मदर्शक यंत्राने रंगांतील बदलाबरोबर विलयनांतील एकंदर कणांची संख्या कशी बदलत जाते हेंहि ध्यानांत येतें. सूक्ष्म कण एकत्र आणून त्यापासून मोठे कण बनविण्याचें कार्य आपणास पाहिजे तेव्हा थांबवितां येतें. संरक्षक श्लेष्मल विलयन वापरल्यास कार्यभाग होतो. लहान कण कसे मोठे होत असतात हें ठरविण्याचें कार्य पुढे दिल्याप्रमाणे पार पाडतां येतें. लहान कण एकत्र येऊन त्यांचे मोठे कण होण्याचें कार्य कांही ठराविक अवस्थेपर्यंत गेल्यानंतर त्यांत संरक्षक श्लेष्मल विलयन टाकल्यास, कणांच्या आकारमानांत होणारी वाढ थांबते व अतिसूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या साहाय्याने

एका ठराविक घनफळ द्रावकांत असलेले श्लेष्मल पदार्थाचे कण मोजतां येतात. अशा तऱ्हेने ठराविक वेळाने विलयनांत असलेले कण मोजीत गेल्यास, लहान कणापासून मोठे कण कसे निर्माण होतात याचा अंदाज करतां येतो. ”

संशोधनाचे परिणाम

कोणताहि पदार्थ तिन्हींपैकी कोणत्या तरी एका अवस्थेंत असतो हें सर्वश्रुत आहे. वायु, द्रव व घन या पदार्थांच्या तीन अवस्था होत. या तीन अवस्थांखेरीज चवथ्या एका अवस्थेचा साधारण शंभर वर्षांपूर्वी शोध लागला. पदार्थाची चौथी अवस्था म्हणजे श्लेष्मल अवस्था होय. द्रव किंवा घन स्थितींत असलेल्या पदार्थांचें दुसऱ्या एखाद्या पदार्थांबरोबर मिश्रण केलें व तें करतेवेळीं एक पदार्थ दुसऱ्या पदार्थांमध्ये अशा तऱ्हेने विखुरला वा पसरला गेला की, विखुरला गेलेल्या पदार्थांच्या कणाचे आकारमान कांही ठराविकच म्हणजे पदार्थांच्या व्यूहाणूच्या आकारमानाहून मोठें व दृश्य कणाहून लहान असलें तर विखुरला गेलेला पदार्थ श्लेष्मल स्थितींत आहे असें म्हटलें जातें. कोणताहि पदार्थ श्लेष्मल अवस्थेप्रत नेतां येतो, असें आतापर्यंतच्या संशोधनावरून ठरलें आहे. धातु, निरनिराळे क्षार किंवा निरनिराळीं सेन्द्रिय रसायनें यांचें एखाद्या द्रावकामध्ये किंवा एखाद्या घनपदार्थांमध्ये श्लेष्मल विलयन मिळूं शकतें. थंडीच्या वेळीं दिसून येणारें धुकें म्हणजे श्लेष्मल अवस्थेंत असलेलें पाणी होय. हवेंत तरंगणारे ढगसुद्धा श्लेष्मल विलयनाचाच एक प्रकार आहे. अशा तऱ्हेच्या श्लेष्मल अवस्थेंत असलेल्या पदार्थांच्या पृष्ठभागावर घन किंवा ऋण विद्युद्भार असतो व त्यामुळे श्लेष्मल अवस्थेंत असलेले हे कण कांही ठराविक अवस्थेंतच रासायनिक क्रियेंत भाग घेऊं शकतात. श्लेष्मल अवस्थेंत असलेल्या कणांचा पृष्ठभागाचें क्षेत्रफळ त्यांच्या घनफळाच्या मानानें किती तरी जास्त असतें. पदार्थाची श्लेष्मल अवस्था टिकवून घेणें अत्यंत

कठिण पडते. श्लेष्मल अवस्था टिकवून घेण्याकरिता पुष्कळ वेळा संरक्षक श्लेष्मल द्रव्यांचा उपयोग करतात. संरक्षक श्लेष्मल पदार्थांचे व्यूहाण मूलतःच आकाराने श्लेष्मल कणाएवढे असतात; व त्यामुळे असे पदार्थ केव्हाहि द्रावकांत टाकले तरी त्यापासून श्लेष्मल विलयन मिळते. हे पदार्थ सूक्ष्म कणांच्या पृष्ठभागावर जमा होतात व एकदा जमा झाल्यावर अशा कणांना एकमेकाजवळ येऊं देत नाहीत. त्यांचें आकारमान वाढूं देत नाहीत व त्यांना श्लेष्मल अवस्थेंतच ठेवतात. कांही वेळेला श्लेष्मल विलयन हें पदार्थ थोड्या प्रमाणांत वापरले तरी भरपूर संरक्षण देऊं शकतात, तर कांही वेळेला या उलटा प्रकार घडतो.

श्लेष्मल कणावर असलेला मूळ विद्युद्भार व संरक्षक श्लेष्मल पदार्थांच्या कणावरील विद्युद्भार एकाच तऱ्हेचा (धन किंवा ऋण) असल्यास श्लेष्मल कणास संरक्षण मिळते व त्यांचें आकारमान वाढूं शकत नाही. या उलट कणावरील मूळ विद्युद्भार व संरक्षक श्लेष्मल पदार्थांच्या कणावरील विद्युद्भार एकमेकांच्या विरुद्ध असल्यास संरक्षण मिळण्याऐवजी, श्लेष्मल अवस्थेंत असलेल्या कणावरील विद्युद्भार नष्ट झाल्याने ते कण एकमेकाजवळ येऊन त्यांचे मोठे कण होतात व हे मोठे कण विलयनाच्या तळाशीं वसूं लागतात. म्हणजे पहाऱ्यासाठी ठेवलेल्या शिपायाचें घर-मालकाशीं नीट जमल्यास त्यास संरक्षण मिळते. पण जर त्या दोघांचें जमलें नाही तर संरक्षक शिपायी संरक्षक ठरण्याऐवजी घरमालकासच लुटून घेतो त्यासारखा हा प्रकार आहे.

कित्येक वेळां पदार्थ श्लेष्मल अवस्थेंत नसल्यास फार बरें होईल असें वाटते. उदाहरणार्थ, तेल व पाणी यांचीं मिश्रणें यांनाच इमल्शन असें म्हणतात. तयार करण्यासाठी मुद्दाम प्रयत्न करावा लागतो व त्यासाठी संरक्षक श्लेष्मल पदार्थांचा उपयोग करावा लागतो. या उलट आपण धुराचें उदाहरण घेतल्यास तो धूर कार्बनच्या सूक्ष्म कणांचें हवेंत झालेलें

श्लेष्मल विलयन होय असें दिग्गन येतें. धुराचा त्रास होऊं नये यासाठी श्लेष्मल अवस्थेंत असलेला कार्बन, घनस्थितींत आणावा लागतो. त्या-करिता विद्युद्धार असलेल्या पत्र्यावरून धूर जाऊं दिल्यास, व धुरांतील कार्बन कणावरील विद्युद्धार व धातूच्या पत्र्यावरील विद्युद्धार एकमेकां-विरुद्ध असल्यास, कार्बन कणांचें आकारमान वाढत जातें व ते कण खाली वसतात. अशा रीतीने धूररहित झालेली हवा कारखान्याच्या चिमणींतून बाहेर सोडावी असा प्रघात आहे.

श्लेष्मल अवस्थेंतील पदार्थ त्या अवस्थेंतून घन, द्रव किंवा वायु अवस्थेंत नेण्याकरिता किंवा घन, द्रव किंवा वायु अवस्थेंतील पदार्थ श्लेष्मल अवस्थेंत नेण्याकरितां श्लेष्मल अवस्थेमध्ये असलेल्या पदार्थांचे गुणधर्म नीट माहीत असावे लागतात. झिग्माँडीने शोधून काढलेल्या अतिसूक्ष्मदर्शक यंत्राने श्लेष्मल अवस्थेंतील पदार्थांचे गुणधर्म समजण्यास बहुमोल मदत होते.

: १९२६ :

१९०८

थिओडोर स्वेडवर्ग

☆

(जन्म १८८४-)

☆

चरित्र

☆

☆

☆

स्वीडन वाल्वो गावीं थिओडोर स्वेडवर्ग यांचा जन्म झाला. त्यांचें सर्व शिक्षण उप्साला विद्यापीठांत पूर्ण झालें. त्याच विद्यापीठाची डॉक्टरेट पदवी संपादन करून,

त्यांनी आपलें विद्यार्थिजीवन पुरें केलें. डॉक्टरेट पदवीसाठी तयार केलेल्या निबंधामध्ये त्यांनी निरनिराळ्या धातूंचीं कलॉडल (श्लेष्मल) विलयनें तयार करण्याच्या एका नवीन पद्धतीचें वर्णन केलें आहे. ज्या वेळेस एखादा पदार्थ पाण्यांत विरघळतो त्या वेळीं विरघळलेल्या पदार्थाचे व्यूहाणु पाण्याच्या व्यूहाणुबरोबर इतक्या सुंदरतेने मिसळून जातात व एकरूप होतात की ह्या मिश्रणापैकी पाण्याचे व्यूहाणु व विरघळलेल्या पदार्थाचे व्यूहाणु एकमेकापासून भिन्न दिसत नाहीत. न विरघळणारा पदार्थ बारीक चूर्ण करून पाण्यांत टाकल्यास, त्याचे सूक्ष्म कण पाण्यापासून अलग दिसूं शकतात. पाणी व न विरघळणाऱ्या पदार्थाचे सूक्ष्म कण यांच्या मिश्रणास इंग्रजींत 'सस्पेन्शन' म्हणतात. विलयन व सस्पेन्शन याखेरीज आणखी एक प्रकार कांही पदार्थांच्या बाबतींत दिसून येतो. न विरघळणाऱ्या पदार्थांचें अत्यंत बारीक चूर्ण करून तें

“ विलयनांतील सूक्ष्म भेद दाखवून दिल्याबद्दल
नोबेल पारितोषिक ”

पाण्यांत टाकल्यास, ते वस्तुतः पाण्यांत विरघळत नाहीत. पण ते कण इतके सूक्ष्म असतात की, ते आपल्याला डोळ्यांनी दिसत नाहीत व सर्व-साधारण दृष्ट्या त्या दोहोंचें मिळून विलयन झाल्यासारखें वाटतें. अशा विशिष्ट तऱ्हेच्या विलयनास कलॉडल सोल्युशन किंवा श्लेष्मल विलयन म्हणण्याचा प्रघात आहे. स्वेडवर्गने डॉक्टरेक्ट पदवीसाठी केलेलें संशोधन श्लेष्मल विलयनासंबंधीचें आहे.

ज्या धातूचें पाण्यांत श्लेष्मल विलयन करायचें आहे त्या धातूच्या दोन कांड्या थंड पाण्याखाली ठेवून, त्या विद्युत्प्रवाह देणाऱ्या केन्द्राला जोडल्या व विद्युत्प्रवाह A. C. स्वरूपाचा असला (अशा तऱ्हेचा विद्युत्प्रवाह असल्यास ऋण व धन केन्द्राची सारखी अदला-बदल होत असते) तर पाण्याखाली ठेवलेल्या धातूच्या कांड्यामध्ये विजेची मोठी ठिणगी पडते व त्यामुळे धातूचे अत्यंत सूक्ष्म कण तयार होऊन, ते पाण्यांत मिसळतात. तयार झालेलें मिश्रण तपासून पाहिल्यास त्यांतील धातूचे कण आपल्याला नुसत्या डोळ्यांनी दिसत नाहीत व विलयन झाल्यासारखें वाटतें. वर वर्णन केलेल्या पद्धतीने केलेलें विलयन श्लेष्मल वर्गांतलें असतें. स्वेडवर्गच्या संशोधनामुळे श्लेष्मल विलयनें तयार करण्याची एक नवीन पद्धत मिळाली. १९०९ सालीं, श्लेष्मल विलयनें तयार करण्याच्या पद्धतीबद्दल लिहिलेल्या निबंधास मान्यता मिळून, स्वेडवर्गला डॉक्टरेट पदवी मिळाली. त्यानंतर एक वर्षाने म्हणजे १९१० सालीं त्यांनी श्लेष्मल विलयनें तयार करण्याच्या निरनिराळ्या पद्धतीं-विषयी विस्तृतपणे लिहून, जवळ जवळ पांचशे पानांचा एक ग्रंथ प्रसिद्ध केला.

यानंतर त्यांनी ब्राउनियन चलनवलनाचा अभ्यास केला व तें चलन-वलन कां होत असावें याचें योग्य तें स्पष्टीकरण दिलें. श्लेष्मल विलयनाचें सूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या साहाय्याने निरीक्षण केल्यास श्लेष्मल स्थितींत असलेला

पदार्थ सारखा चलनवलन करीत असल्याचें दिसून येतें. अशा तऱ्हेचें चलनवलन स्कॉटलंडमधील वनस्पतिशास्त्रज्ञ रॉबर्ट ब्राउन याने प्रथमतः १८२७ सालीं फुलांतील परागकणांच्या पाण्यांतील सस्पेन्शनमध्ये टाकून पाहिलें होतें. परागकण फुलांपासून किंवा वनस्पतीपासून मिळत असल्याने व वनस्पतीमध्ये पुनर्जीवन करण्याची शक्ति असल्याने, पाण्यांत सारखें चलनवलन करीत राहाण्याचा गुण, वनस्पतींतील पुनर्जीवन करण्याच्या शक्तीमुळे परागकणांत आला असावा असें प्रथमतः शास्त्रज्ञांस वाटलें. श्लेष्मल असलेल्या पदार्थाचें चलनवलन प्रथमतः रॉबर्ट ब्राउनने अभ्यासिल्यामुळे अशा चलनवलनास ' ब्राउनिअन ' चलनवलन म्हणण्याचा प्रघात आहे. श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या कणांच्या ब्राउनियन चलनवलनासंबंधीचें स्पष्टीकरण पुढे दिल्याप्रमाणे आहे : ज्या वेळीं आपण एखादें श्लेष्मल विलयन बनवितों त्या वेळीं पाण्यांत न विरघळणाऱ्या पदार्थाचे अत्यंत सूक्ष्म कण, पाण्याच्या व्यूहाणूवरोवर मिसळलेले असतात. अशा वेळीं श्लेष्मल स्थितींतील पदार्थाचा कण, त्याच्या व्यूहाणूपेक्षा किती तरी मोठा असतो व तरीहि तो आपल्याला डोळ्यांनी दिसत नाही. आपण जे कण डोळ्यांनी पाहूं शकत नाही त्याचें आकारमान 10^{-5} सेंटिमीटरहून लहान असतें. तर पदार्थाचे व्यूहाणु साधारणतः 10^{-6} सेन्टिमीटरइतके लहान असतात. म्हणजे श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या पदार्थाचे कण 10^{-6} सेन्टिमीटरहून मोठे व 10^{-5} सेन्टिमीटरहून लहान असतात. कोणत्याहि पदार्थाचे व्यूहाणु सारखे चलनवलन करीत असतात व या चलनवलनाचा वेग पदार्थाच्या उष्णतामानावर अवलंबून असतो असें आता सिद्ध झालें आहे. पदार्थ वायुस्वरूपांत असल्यास, हें चलनवलन अत्यंत जोरदार असतें. तोच पदार्थ द्रवस्वरूपांत असल्यास (वायुस्वरूपांतील पदार्थ उष्णतामान उतरविल्यास द्रव स्वरूपांत येतो) हें चलनवलन कमी असतें व तोच पदार्थ उष्णतामान कमी करीत करीत

घनस्वरूपांत नेल्यास तें चलनवलन जवळ जवळ थांबतेंच. पाणी द्रव-
स्वरूपांत असतें त्या वेळीं त्याचे व्यूहाणु सारखे इतस्ततः भ्रमण करीत
असतात. एकमेकांवर किंवा ज्या भांड्यांत पाणी ठेवलें असेल त्या भांड्यावर
आदळून त्यांची दिशा बदलत असते. ज्या वेळीं एखाद्या पदार्थाचें श्लेष्मल
विलयन आपण बनवितों त्या वेळीं पाण्यांत न विरघळणाऱ्या पदार्थाचे
मोठ्या आकाराचे पण चलनवलन करण्यास असमर्थ असलेले कण आपण
सारखे चलनवलन करीत असलेल्या पाण्याच्या व्यूहाणूमध्ये टाकतो. त्या
सारखें चलनवलन करीत असलेले पाण्याचे व्यूहाणु मोठ्या कणावर सारखे
आपटत असतात. या सतत माऱ्यामुळे, चलनवलन करण्यास मुळांत
असमर्थ असलेल्या कणांना गति प्राप्त होत असते. श्लेष्मल स्थितींत असलेले
कण आपण डोळ्यांनी पाहू शकलो नाही तरी ते सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून
आपण पाहू शकतो. श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या कणांना गति प्राप्त झाली
असल्याने, श्लेष्मल विलयनाचें सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून परीक्षण केल्यास,
श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या कणांचें चलनवलन—ज्याला आपण ब्राउनिअन
चलनवलन म्हणतो—तें पाहू शकतो. ब्राउनिअन चलनवलनासंबंधी त्याने
केलेले प्रयोग व त्या प्रयोगांचे निष्कर्ष त्याने १९१२ मध्ये प्रसिद्ध केलेल्या
' व्यूहाणूंचें अस्तित्व ' या पुस्तकामध्ये वर्णन केले आहेत. हें पुस्तक
प्रसिद्ध झालें त्याच वर्षीं स्वेडवर्गची उपसाला विद्यापीठामध्ये प्राध्यापक
म्हणून नेमणूक झाली. तेथे त्याने श्लेष्मल स्थितींत असलेले पदार्थ,
पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाने ओढले जाऊन कालांतराने कसे खाली वसतात
याचा अभ्यास सुरू केला. गुरुत्वाकर्षणामुळे श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या
पदार्थाचे कण विलयनाच्या तळाकडे ओढले जातात तर ब्राउनिअन
चलनवलनामुळे अशा पदार्थास गति मिळालेली असते. ज्या वेळीं
गुरुत्वाकर्षणाचा जोर जास्त असतो त्या वेळीं श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या
पदार्थाचे कण, त्या स्थितींत न राहतां, विलयनाच्या तळाशीं ओढले

जातात व तेथे गेल्यावर ते एकमेकांकडे ओढले जातात व त्यांचें दृश्य कणामध्ये रूपान्तर होतें. श्लेष्मल पदार्थास मिळालेल्या गतीचा वेग गुरुत्वाकर्षणापेक्षा जास्त असल्यास, श्लेष्मल पदार्थाचे कण खाली ओढले जात नाहीत. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाचा जोर ठराविकच असतो. त्यांत फेरबदल करणें आपल्या हातांत नसतें. पण श्लेष्मल पदार्थ अत्यंत वेगानें स्वतःभोवती फिरविल्यास, पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या किती तरी पट आकर्षण त्या कणांवर पडतें व त्यामुळे जे कण पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे खाली वसत नाहीत ते कण खाली वसूं लागतात. पदार्थ स्वतःभोवती अत्यंत वेगाने फिरविण्यासाठी सेन्ट्रीफ्यूज यंत्राची योजना करतात. सेन्ट्रीफ्यूज यंत्राची गति जसजशी वाढवावी, त्या त्या प्रमाणांत कणांवरील आकर्षण वाढत असतें. सेन्ट्रीफ्यूजची गति वाढवण्याच्या कामीं स्वेडबर्गने अतिशय मेहनत घेऊन, मिनिटास १४००० फेरे करणारें अल्ट्रा सेन्ट्रीफ्यूज यंत्र तयार केलें. त्याने अल्ट्रा सेटिफ्यूज तयार करण्याच्या कामीं जी मेहनत घेतली व आलेल्या अडचणींना तोंड देण्यांत जी कल्पकता दाखविली, त्याचें महत्त्व जाणून, त्यास अमेरिकेंतील मॅडिसन विद्यापीठामध्ये आग्रहाने बोलावून घेतलें, व तेथे त्याने एक वर्षपर्यन्त पाहुणा प्राध्यापक या नात्याने संशोधन व अध्यापन केलें. निरनिराळीं प्रथिनें व अल्बुमिन, ग्लोब्युलिन इत्यादि जे पदार्थ चटकन श्लेष्मल विलयनांत जातात त्यांच्या आकारमानाचा अंदाज घेण्याकरिता स्वेडबर्गने अल्ट्रा-सेन्ट्रीफ्यूजचा उपयोग केला. उप्साला विद्यापीठामध्ये स्वेडबर्गने मुख्यत्वे-करून श्लेष्मल विलयनांच्या सांगोपांग अभ्यासावर आपलें लक्ष केन्द्रित केलें होतें, त्यामुळे त्याचें सर्व संशोधन 'श्लेष्मल विलयनें' या एकाच विषयावर झालें असल्याचें दिसून येतें.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें कार्य

“ श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या पदार्थांचें आकारमान, तो पदार्थ कसा

खाली वसतो यावरून ठरवितां येतें. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाने श्लेष्मल स्थितींत असलेला पदार्थ खाली वसत नसल्याने, तो पदार्थ खाली वसविण्यासाठी सेन्ट्रिफ्यूज किंवा त्याला दाद न दिल्यास अल्ट्रा सेन्ट्रिफ्यूज वापरावा लागतो. एका नळींत श्लेष्मल विलयन घेऊन ती नळी बंद करून, अल्ट्रासेन्ट्रिफ्यूजमध्ये फिरविल्यास जास्त आकारमान असलेले मोठे कण प्रथमतः खाली वसतात. नंतर त्याहून कमी आकारमानाचे कण त्यावर क्रमाने वसत जातात. सेन्ट्रिफ्यूज यंत्राच्या नळींत, यंत्राच्या मध्यापासून विशिष्ट अंतरावर असलेल्या विलयनाचे दोन नमुने घेऊन, व त्यांचें विश्लेषण करून, श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या कणांचा भार ठरवितां येतो. त्यासाठी सेन्ट्रिफ्यूज यंत्र किती वेगाने फिरतें, विलयनाचें उष्णता-मान काय आहे, श्लेष्मल स्थितींत असलेला पदार्थ घनस्थितींत असल्यास त्याची घनता काय असेल व द्रावकाची घनता काय आहे इत्यादि सर्व गोष्टींचा साकल्याने विचार करावा लागतो. श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या पदार्थाचें प्रमाण द्रावकाच्या मानाने फार थोडें असल्यास श्लेष्मल स्थितीतील कणांचा भार शोधून काढण्यास विशेष अडचण पडत नाही. द्रावकाच्या मानाने श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या पदार्थाचें प्रमाण वाढल्यास, कणांचें आकारमान काढण्यासाठी वापरावयाच्या सूत्रांत फरक करावा लागतो.

श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या ज्या पदार्थाचा अभ्यास करायचा असतो त्याचे $\frac{9}{1000}$ ते $\frac{3}{1000}$ क्यूबिक सेन्टिमीटर विलयन म्हणजे सुमारे $\frac{9}{8}$ ते १ थेंब विलयन, क्वार्ट्झच्या चौकोनी लहानशा भांड्यांत घेऊन तें भांडें सेन्ट्रिफ्यूज यंत्रांत अत्यंत वेगाने फिरवलें जातें. सेन्ट्रिफ्यूगल यंत्राच्या वेगाचा विचार केल्यास, श्लेष्मल स्थितींत असलेल्या पदार्थावर पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या जवळ जवळ ५००० पट आकर्षणकार्य करीत असल्याचें गणित मांडतां येतें. बराच वेळपर्यंत क्वार्ट्झचें भांडें सेन्ट्रिफ्यूगल

मशिनमध्ये फिरवून न श्लेष्मल पदार्थ कार्टझच्या भांड्याच्या तळाशी पूर्णपणे वसण्याअगोदर, हे भांडे फिरत असतांच, त्या भांड्याचा फोटोग्राफ घेण्यांत येतो. त्यानंतर श्लेष्मल पदार्थाचे निरनिराळे प्रमाण असलेली विलयने घेऊन ती विलयने ह्याच पद्धतीने सेन्ट्रिफ्युगल मशिनमध्ये फिरवली जातात, व श्लेष्मल पदार्थ पूर्णपणे खाली वसण्याअगोदर कार्टझच्या भांड्याचे फोटो घेतले जातात. हे सर्व फोटो मायक्रोफोटोमीटर यंत्राच्या साहाय्याने परीक्षिले जाऊन, त्यावरून श्लेष्मल स्थितीत असलेल्या पदार्थाचा भार काढता येतो. भार ठरविल्यानंतर, श्लेष्मल पदार्थाची घन स्वरूपातील घनता लक्षांत घेऊन, त्या पदार्थाच्या कणाचे आकारमान ठरविता येते.

रक्तांत असलेल्या हेमोग्लोबिन या पदार्थाचे महत्त्व शरीरशास्त्रांत किती आहे याबद्दल विशेष लिहिण्याची जरूर नाही. हेमोग्लोबिनचे रासायनिक स्वरूप ठरविण्यासाठी आतापर्यंत कित्येक शास्त्रज्ञांनी भगीरथ प्रयत्न केले आहेत, व इतके प्रयत्न करूनही त्याचे रासायनिक स्वरूप पूर्णपणे कळाले आहे असे नाही. हे हेमोग्लोबिन रक्तामध्ये श्लेष्मल विलयनाच्या स्वरूपांत असते. त्याचा व्यूहाणुभार शोधून काढण्याकरिता नेहमी वापरल्या जाणाऱ्या पद्धतीचा उपयोग होत नाही. विलयन गोठण्याचा बिंदु, किंवा त्याचा वाष्पीय दाब इत्यादि गोष्टींवरून विलयनांत असलेल्या पदार्थाचा व्यूहाणुभार काढण्याचा प्रघात आहे. कधी कधी विलयनाचा तर्षणीय दाब मोजून त्यावरून विलयनांत असलेल्या पदार्थाचा व्यूहाणुभार काढतात. पण या सर्व पद्धतींचा हेमोग्लोबिनचा व्यूहाणुभार ठरविण्याच्या कामी उपयोग होत नाही. व व्यूहाणुभार नक्की माहित नसल्यामुळे व्यूहाणूचे रासायनिक स्वरूप काय असावे हे नक्की सांगता येत नाही. सेन्ट्रिफ्यूजच्या साहाय्याने हेमोग्लोबिनचा व्यूहाणुभार ठरविण्याचा मी प्रयत्न केला त्या वेळी तो १६७०० च्या तिप्पट ते चौपट असल्याचे दिसून आले.

नोबेल पारितोषिक घेण्याच्या वेळीं, स्वेडवर्गने एका व्याख्यानांत आपल्या संशोधनावद्दल माहिती दिली होती. त्या व्याख्यानाचा गोपवारा वर दिला आहे.

स्वेडवर्गच्या संशोधनाचे परिणाम

गुरुत्वाकर्षणाचा उपयोग करून किंवा सेन्ट्रीफ्यूज यंत्रांत फिरवून, श्लेष्मल स्थितींत असलेले कण ज्या गतीने विलयनाच्या तळाशीं वसतात, त्यावरून त्यांचा व्यूहाणुभार काढण्याची पद्धत मुळांत अतिशय सोपी आहे. परंतु ती पद्धत वापरीत असतां वराचसा पुरावा गोळा करावा लागतो. ज्या पदार्थाचे व्यूहाणुभार नक्की माहित आहेत, अशा पदार्थाचे कण काय गतीने खाली वसतात हें पाहिल्यानंतर त्यांच्या बाबतींत आढळलेली गति व ज्यांचा व्यूहाणुभार माहित नाही त्या पदार्थाच्या कणांची खाली वसण्याची गति यांची तुलना करून पदार्थाचा व्यूहाणुभार ठरविण्यांत येतो. यासाठी वापरावयाच्या गणिती सूत्रामध्ये, विलयनांत एकच पदार्थ आहे की अधिक आहेत व विलयन अम्लधर्मी आहे की अल्कधर्मी आहे हेहि लक्षांत घ्यावे लागते. सेन्ट्रीफ्यूज यंत्र जास्तींत जास्त वेगाने फिरविण्यासाठी यंत्ररचनेंत वरेचसे फेरफार करावे लागले. जो भाग अत्यंत वेगाने फिरणार, त्याचें अतिशय घर्षण होत असल्याने, तो भाग वजनदार व मजबूत असावा याची काळजी घेणें जरूर पडते. तसेंच हा भाग जास्त वेगाने फिरावा यासाठी, तो भाग विद्युच्छक्तीच्या जोरावर फिरविण्या-ऐवजी, टर्बाइन ज्या तत्त्वावर फिरवितात त्या तत्त्वाचा उपयोग करावा लागतो. श्लेष्मल स्थितींत असलेला पदार्थ, सेन्ट्रीफ्यूज यंत्रांत फिरत असतां, तो ज्यांत ठेवला आहे त्या क्वार्ट्झच्या किंवा काचेच्या भांड्याचा फोटो घेणें जरूर असल्याने, फोटोग्राफ घेण्याच्या पद्धतीमध्ये पुष्कळच सुधारणा घडवून आणावी लागली.

थिओडोर स्वेडबर्ग

सेन्ट्रिफ्यूज यंत्रामध्ये वीस सेन्टीमीटर व्यासाची तवकडी वापरल्यास, ती तवकडी मिनिटास १८००० फेरे इतक्या वेगाने फिरवता येते. त्यामुळे पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या जवळ जवळ ३५००० गुरुत्वाकर्षण यंत्रांतील श्लेष्मल कणांवर कार्य करित असते. सेन्ट्रिफ्यूज यंत्रांतील फिरत्या तवकडीचा व्यास कमी केल्यास ती जास्त वेगाने फिरू शकते. फक्त एक सेन्टिमीटर व्यासाची तवकडी वापरल्यास मिनिटास दहा लाख फेरे इतक्या भयंकर वेगाने ती तवकडी फिरविता येते. तवकडीचा वेग जसा वाढवावा तसे कणांवरील आकर्षण वाढत असल्याने, लहान तवकडीच्या सेन्ट्रिफ्यूज यंत्रांत, गुरुत्वाकर्षणाच्या किती पट आकर्षणकार्य करित असेल याची कल्पनाच करणे वरें. सेंट्रिफ्यूज यंत्रांची गति वाढवत वाढवत ते मिनिटास पंधरा-वीस हजार किंवा जास्त फेरे करू लागते त्या वेळीं त्यास ' अल्ट्रा सेन्ट्रिफ्यूज ' म्हणतात.

अल्ट्रा सेंट्रिफ्यूजचा उपयोग करून, प्रथिने, रोगास कारणीभूत होणारे व्हायरस कीटाणु, राळेसारखे पदार्थ इत्यादि पदार्थांचे व्यूहाणुभार ठरविण्यांत आले आहेत. मोठ्या प्राण्यांच्या रक्तांतील हेमोग्लोविनचा व्यूहाणुभार ६८००० असल्याचें दिसून आलें तर कांही क्षुद्र प्राण्यांच्या रक्तांतील हेमोग्लोविनचा व्यूहाणुभार कधी ३४००० तर कधी १७००० असल्याचें दिसून आलें. हेमोग्लोविनसारखाच हेमोसायनिन हा पदार्थ आहे, व त्याने सुद्धा रक्तास रंग येतो. हेमोसायनिनचा व्यूहाणुभार नव्वद लाख असल्याचें आढळून आलें आहे. म्हणजे हेमोग्लोविनच्या मानाने हेमोसायनिनची अणु-रचना फारच गुंतागुंतीची असली पाहिजे. वनस्पतींतील तंतुमय द्रव्य सेल्यु-लोजचा व्यूहाणुभार जवळ जवळ ३६०००० असून जवळ जवळ दोन हजार ग्लुकोज शर्करेचे व्यूहाणु एकमेकांजवळ येऊन, त्यांची लांबलचक साखळी झाल्याने सेल्युलोजचा व्यूहाणु वनतो असें समजण्यांत येत होते. अल्ट्रा सेंट्रिफ्यूजच्या साहाय्याने सेल्युलोजचा व्यूहाणुभार ठरविल्यास, तो

१८००० च्या आसपास असल्याचें दिसून येतें. म्हणजे साधारणतः शंभर ग्लुकोजचे व्यूहाणु एकमेकांस जोडून लांब साखळी झाल्यावर सेल्युलोजचा व्यूहाणु होतो असें समजण्यास हरकत नाही. राळसदृश पदार्थांच्या व्यूहाणूच्या आकारावरून, त्यांचे गुणधर्म ठरत असतात. राळसदृश पदार्थ प्रयोगशाळेंत तयार करीत असतां, त्यांचा व्यूहाणुभार ठरविल्यास, कोणत्या गुणधर्माचा पदार्थ तयार होत आहे याची कल्पन येते.

—:०:—

: १९२७ :

हेनरिक वीलंड

☆ (जन्म १८७७—)

☆

चरित्र

☆

☆

☆

जर्मनीतील वाडेन प्रांतातील फॉर्मिम गावीं हेनरिक वीलंडचा जन्म झाला. रसायनशास्त्रज्ञाच्या चिरंजिवाने रसायनशास्त्रांतच संशोधन करून नांव मिळवावे हा योग

पुष्कळदा घडून येत नाही. पण हेनरिक वीलंडच्या पत्रिकेंत हा योग होता असें दिसते. जर्मनीतील निरनिराळ्या विद्यापीठांतून वीलंडने आपला अभ्यासक्रम पुरा केला व सरतेशेवटीं म्यूनिक विद्यापीठाची डाक्टरेट १९०१ सालीं मिळविली. त्याच म्यूनिक विद्यापीठामध्ये त्याची १९१३ मध्ये सेन्द्रिय रसायनाचा प्राध्यापक म्हणून नेमणूक झाली व तेथे त्याने सेन्द्रिय रसायनामध्ये संशोधन करण्यास सुरुवात केली. पहिलें महायुद्ध सुरू झालें त्या वेळीं अर्थातच त्याच्या संशोधनास खंड पडला, व आपल्या आवडीच्या संशोधन विषयास बाजूस सारून, त्यांना युद्धविषयक संशोधन करावे लागलें. महायुद्धाच्या शेवटीं शेवटीं म्हणजे १९१७-१८ या सालीं त्यांनी प्रो. हाबर यांच्या सहकार्याने कैसर विल्हेल्म इन्स्टिट्यूटमध्ये युद्धविषयक गोष्टींसंबंधी संशोधन केलें. महायुद्ध संपल्यावर, त्यांनी पुनः शिक्षणक्षेत्रांत प्रवेश केला व १९२१ पासून फ्रायबर्ग विद्यापीठांत अध्यापनाचें

“ पिताशयांतील अम्लें व तत्सदृश इतर पदार्थ याविषयीच्या संशोधनावद्दल नोबेल पारितोषिक ”

व संशोधनाचें काम सुरू केलें. १९२६ सालीं विल्स्टॅटर म्यूनिक विद्या-पीठांतून निवृत्त झाल्यावर त्यांच्या जागीं वीलंडची नेमणूक झाली.

विसाव्या शतकाच्या सुरुवातीस जीवरसायनाचा जो अभ्यास झाला त्याकडे वीलंडचें विशेष लक्ष वेधलें होतें. त्यामुळे विसाव्या शतकाच्या पहिल्या दशकामध्ये त्यांनी म्यूनिक विद्यापीठांत जें संशोधन केलें तें मुख्यत्वेकरून, ऑक्सिडेशन ही रासायनिक क्रिया जिवंत प्राण्यांमध्ये कशी घडून येते याविषयीचें होतें. ज्या वेळीं आपण श्वसन करतो त्या वेळीं हवेतील ऑक्सिजन वायु, आपल्या फुफुसांतील लहान लहान पेशींपर्यंत जाऊन पोहोचतो. आपण ज्या वेळीं उच्छ्वसन करतो, तेव्हा श्वासावाटे कार्बोडायऑक्साइड वायु व पाण्याची वाफ बाहेर पडत असते. आपल्या रक्तांत कार्बन व हायड्रोजनयुक्त जीं द्रव्यें असतात, त्यांच्यावर हवेतील वायूचा परिणाम होऊन, त्यांचे कार्बन-डायऑक्साइड वायु व पाणी यांमध्ये रूपांतर होत असतें. कोणत्याहि वस्तूस किंवा मूलतत्त्वास रासायनिक क्रियेच्या साहाय्याने ऑक्सिजनचे एक किंवा अनेक अणु जोडले गेले तर त्या क्रियेस ऑक्सिडेशन म्हणण्याचा प्रघात आहे. ऑक्सिडेशनची क्रिया घडवून आणण्यामध्ये हायड्रोजन अणूंचा काय उपयोग होतो याचा अभ्यास करून, वीलंडने असें दाखवून दिलें की, एखाद्या वस्तूमधून हायड्रोजन अणु काढून टाकले तर त्या क्रियेलाहि ऑक्सिडेशन म्हणण्यास हरकत नाही. ऑक्सिडेशन म्हणजे ऑक्सिजन-अणु जोडणें किंवा हायड्रोजन अणु काढून टाकणें असा अर्थ सध्या रूढ झाला आहे. ज्या वेळीं लोखंड गंजतें, त्या वेळीं लोखंड व पाणी या-पासून तयार झालेल्या संयुक्तामधून हायड्रोजन वायु बाहेर पडतो व लोखंड आणि ऑक्सिजन यांच्या संयोगाने झालेलें आयर्न ऑक्साइड (लोहप्राणिद) तयार होतें. ही क्रिया सूत्ररूपाने पुढे लिहिल्याप्रमाणे दाखवितां येईल :



थिओडोर स्वेडबर्ग १९२६



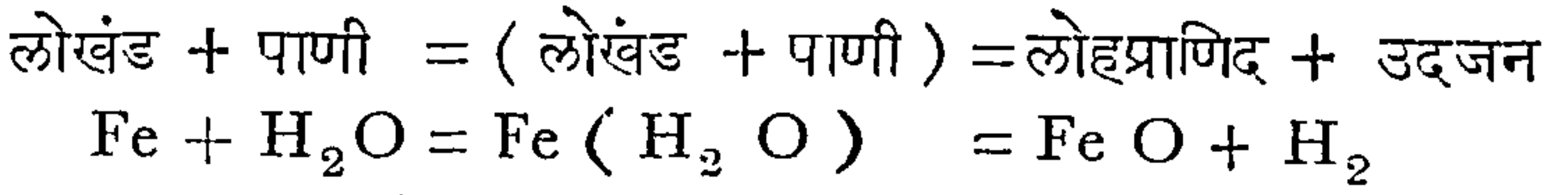
हेन्नी वीलंड १९२७



अडॉल्फ विंडॉस १९२८



ऑर्थर हार्डेन १९२९



या सूत्रावरून लोखंड गंजण्याची क्रिया ऑक्सिडेशन प्रकारापैकी आहे हे दिसून येईल. प्राण्यांच्या शरीरांत घडून येणाऱ्या बऱ्याचशा ऑक्सिडेशन क्रियांचा अभ्यास केल्यास असे दिसून येते की, ऑक्सिडेशन क्रियेच्या वेळीं एका संयुक्तांतील हायड्रोजन काढून तो दुसऱ्या संयुक्तास जोडून दिला जातो. हायड्रोजनअणु जोडून देणे किंवा ऑक्सिजन अणु काढून घेणे या क्रियेस रिडक्शन म्हणतात. ज्या वेळीं एखाद्या पदार्थाचें ऑक्सिडेशन होत असतें त्या वेळीं त्याच्या जोडीच्या पदार्थाचें रिडक्शन होत असतें. एकाने दुसऱ्यास पैसे दिल्यास, जो पैसे घेतो त्याजवळ पैसे जास्त होतात व जो पैसे देतो त्याच्याजवळचे पैसे कमी होतात. त्यासारखाच प्रकार ऑक्सिडेशन-रिडक्शनचा आहे.

या संशोधनानंतर वीलंडने पित्ताशयांतील अम्ल पदार्थ, जीवनास घातक ठरणारीं सेन्द्रिय द्रव्ये व अल्कलॉइड वर्गातील औषधी पण जास्त प्रमाणांत वापरल्यास घातक ठरणारीं द्रव्ये यांवर वरेंचसें संशोधन केलें. त्याच्या पाठोपाठ १९२८ सालीं नोबेल पारितोषिकाचा मान मिळालेले प्रो. विन्डॉस यांच्याशीं वीलंडचे अत्यंत मित्रत्वाच्या नात्याचे संबंध होते, व या दोघांनी संशोधनाकरिता हाताळलेले विषय परस्परांशीं निगडित होते. विन्डॉसने डिजिटॅलिस या हृदयविकारांत उपयोगी पडणाऱ्या औषधीवर संशोधन केलें तर वीलंडने कांही विशिष्ट जातीच्या बेडका-पासून मिळणाऱ्या विषपदार्थांविषयी संशोधन करून त्यांपैकी एकाची अणुरचना ठरविण्याचें कार्य केलें.

सीशॉफ यांच्या सहकार्याने त्याने पाकोळ्यांच्या पंखांवर असणाऱ्या रंगावर संशोधन करून, त्या रंगाची अणुरचना ठरविली. याच विषयावर जास्त संशोधन करित असतां, या रंगाच्या अणुरचनेशीं सदृश अणुरचना

असलेलीं कांही द्रव्यें त्यास माशांच्या चामडींत आढळलीं. रंगावरील केलेल्या या संशोधनाचा विषारी पदार्थावरील केलेल्या संशोधनाशीं कांही संबंध नव्हता. पण पुढे हेंच संशोधन पंडुरोगावरील संशोधनाच्या वेळीं अतिशय उपयोगी पडलें.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें कार्य

पित्ताशयांत मिळणाऱ्या कोलिक अम्लाची अणुरचना कशी ठरविण्यांत आली हें वीलंडनें एका व्याख्यानांत फार सुंदर तऱ्हेनें सांगितलें आहे. कोलिक अम्लापासून मिळणाऱ्या निरनिराळ्या पदार्थांना प्रथमतः त्याने नांवें दिलीं. कोलिक अम्लामध्ये चोवीस कार्बन अणु असतात हें ठरवून, त्यांतील प्रत्येकास ठराविक क्रमांक देण्यांत आले. कोलिक अम्लाच्या व्यूहाणूमध्ये, कार्बन अणूंच्या वंदिस्त साखळ्या किती व कशा आहेत हें ठरवून, त्यांतील प्रत्येकीस किती किती कार्बन अणूंची सुटी साखळी जोडली आहे हें ठरविण्यांत आलें. कोलिक अम्लाच्या मोठ्या व्यूहाणूचें क्रमशः लहान लहान तुकडे करण्यांत येऊन, त्यांतील प्रत्येकाचें रासायनिक स्वरूप नक्की करण्यांत आलें. हें सर्व झाल्यानंतर मगच, कोलिक अम्लाच्या व्यूहाणूचें रासायनिक स्वरूप समजून आलें. त्याने केलेल्या संशोधनाचा आढावा त्याच्याच शब्दांत देणें जास्त योग्य ठरेल. यासाठी त्याच्या व्याख्यानाचा गोषवारा पुढे दिला आहे :

“ कोलिक अम्लाच्या अणुरचनेचा विचार करतां असें दिसून येतें की, त्याचा व्यूहाणु कार्बन अणूंच्या चार वंदिस्त साखळ्या व त्यांना जोडलेल्या दोन सुट्या साखळ्या यांचा मिळून झालेला आहे, व त्या सर्वांत एकंदर चोवीस कार्बन अणु आहेत. ज्या अणुसमूहामुळे कोलिक अमलाला अम्लस्वरूप प्राप्त होतें. तो कार्बॉक्सिल (CO OH) अणुसमूह वरील साखळ्यांपैकी एका सुट्या साखळींत आहे. कार्बॉक्सिल अणुसमूहामध्ये असलेल्या ऑक्सिजन अणुखेरीज आणखी तीन ऑक्सिजन

अणु कोलिक अम्लांत आहेत, व ते हायड्रॉक्सिल (OH) अणुसमूहाच्या रूपाने, तीन ठिकाणी जोडले गेले आहेत. तीन, सात व बारा क्रमांकाच्या कार्बन अणूंना प्रत्येकीं एक हायड्रॉक्सिल अणुसमूह जोडला गेला आहे. त्यांपैकी बारा क्रमांकाच्या कार्बन अणूला जोडलेला हायड्रॉक्सिल अणुसमूह काढून टाकला व तीन क्रमांकाच्या कार्बन अणूला आणखी एक हायड्रॉक्सिल अणुसमूह जोडल्यास विसॉक्सि कोलिक अम्ल मिळते व ते सूत्ररूपानें $C_{24}H_{40}O_4$ असें मांडतां येते. विसॉक्सि कोलिक अम्लाइतकेच कार्बन, हायड्रोजन व ऑक्सिजन अणु असलेले आणखी एक कोलिक अम्ल मला व प्रो. विन्डॉस यांना निरनिराळ्या प्राण्यांच्या पित्ताशयाच्या पिशवीमध्ये मिळालें. यासाठी आम्ही माणसांचीं, गुरांचीं व बदकांचीं पित्ताशये तपासून पाहिलीं. पित्ताशयांत मिळणाऱ्या या दुसऱ्या कोलिक अमलाला दोन नांवें मिळालीं आहेत. एक चेनोडिसॉक्सि-कोलिक अम्ल व दुसरें अँथॉपो विसॉक्सि कोलिक अम्ल. विन्डॉसची व माझी इतकी दोस्ती असूनहि या अम्लास काय नांव द्यावें या बाबतींत मात्र आमची एकवाक्यता होऊं शकली नाही. त्यामुळे मुलीला ज्याप्रमाणे एक माहेरचें व दुसरें सासरचें अशीं दोन नांवें असतात, त्याप्रमाणे या अम्लास एक मीं दिलेलें व दुसरें विन्डॉसने दिलेलें अशीं दोन नांवें आहेत. ह्या अम्लामध्ये सात व बारा क्रमांकाच्या कार्बन अणूंना एक एक हायड्रॉक्सिल अणुसमूह जोडलेला आहे. एकंदर संशोधनामध्ये जीं चार कोलिक अम्लें हातीं लागलीं त्यांची अणुरचना एकमेकांशीं फार सारखी आहे, इतकेंच नव्हे तर प्रत्येकामध्ये असलेले हायड्रॉक्सिल अणुसमूह एका विशिष्ट पद्धतीने भिन्न भिन्न कार्बन अणूंना जोडले जातात. विसॉक्सि कोलिक अम्लाच्या एका मोठ्या व्यूहाणूपासून दोन विसॉक्सि विलिअॅनिक अम्लें मिळालीं. या दोन्ही अम्लांतील कार्बन, हायड्रोजन व ऑक्सिजन अणूंची संख्या एकच असून, त्यांची अणुरचना भिन्न आहे.

विसॉक्स विलिअॅनिक अम्लावर निरनिराळ्या रासायनिक क्रिया केल्यानंतर, त्यापासून एक हेक्झा कार्बोनिक् अम्ल मिळालें. हें अम्ल सूत्ररूपाने $C_{23} H_{34} O_{12}$ असें लिहितां येतें व त्यामध्ये कार्बन अणूंची फक्त एकच वंदिस्त साखळी असते. त्यामुळे त्याला सोलानिलिक अम्ल असें नांव मी दिलें आहे. हें सोलानिलिक अम्ल तापवून, त्यापासून मिळणाऱ्या पदार्थावर पुनः रासायनिक क्रिया करीत करीत, मी सरतेशेवटीं विलो-इडॅनिक अम्ल मिळविलें. हें अम्ल सूत्ररूपाने $C_{22} H_{32} O_{12}$ असें मांडतां येतें. विलो-इडॅनिक अम्लामध्ये असलेली वंदिस्त साखळी काढून टाकण्याचे आमचे प्रयत्न आतापर्यंत अयशस्वी ठरले आहेत. आतापर्यंत वर्णन केलेल्या प्रयोगांकडे पाहिल्यास असें दिसून येईल की, मूळ कोलिक अम्लाच्या व्यूहाणूमधील फक्त दोनच कार्बन अणु काढण्यामध्ये आम्हांला यश प्राप्त झालें; म्हणजे इतका खटाटोप करूनहि कोलिक अम्लाच्या अणुरचनेचा पत्ता लागत नव्हता. त्यामुळे कोलिक अम्लांतील निरनिराळे कार्बन अणु क्रमाक्रमाने एकमेकापासून अलग करीत करीत कोलिक अम्लाच्या अणुरचनेस हात घालावा ही मूळची आखून घेतलेली योजना आम्हांला सोडून द्यावी लागली, कारण मूळ पद्धतीने अणुरचना समजण्यास किती वेळ लागेल याचा अंदाज येत नव्हता. नवीन योजनेप्रमाणे आम्ही कॉलिनिक अम्लाच्या एस्टरपासून सुरुवात केली. कॉलिनिक अम्लाचें सूत्र $C_{24} H_{40} O_2$ असें आहे व तें सर्व कॉलिक अम्लांचा मूळपुरुष समजण्यास हरकत नाही. कॉलिनिक अम्लाच्या एस्टरवर ग्रिनार्ड रीएजंटची प्रक्रिया करून आम्ही एक डायफेनिलेटेड कार्बिनाॅल मिळविलें व नंतर त्या कार्बिनाॅलवर क्रोमिक अम्लाची प्रक्रिया केली; आणि असें केल्याने मूळच्या मोठ्या व्यूहाणूचे तुकडे पडले. तिसऱ्या व चौथ्या क्रमांकाचे कार्बन अणु एकत्र बाहेर पडले व त्यामुळे तिसऱ्या व चौथ्या कार्बन अणूमध्ये एक तरी CH_3 अणुसमुदाय असावा असा आम्ही तर्क केला. $C_{20} H_{32} O_2$

या सूत्राने मांडतां येणाऱ्या कोलिक अम्लावर ज्या वेळेस आम्ही अशाच तऱ्हेची प्रक्रिया केली, त्या वेळीं अशाच रासायनिक क्रिया भराभर घडत असल्याचें दिसून आलें. जी एक बंदिस्त साखळी आतापर्यंतच्या प्रयोगांना दाद देत नव्हती, ती बंदिस्त साखळी उघडली गेली व त्यामुळे पांच कार्बन अणूंची ती साखळी होती असें सिद्ध झालें. दुसऱ्या बंदिस्त साखळीला जोडलेल्या कार्बन अणूंच्या साध्या साखळीचा पत्ता लागल्यावर ही कार्बन अणूंची साखळी कुठे जोडली गेली असावी हें सांगतां येऊ लागलें. अशा रीतीने कोलिक अम्लांतील निरनिराळे कार्बन अणु एक-मेकांशीं कसे जोडले गेले आहेत हें शोधून काढण्यांत आम्ही जवळ जवळ यशस्वी झालों असें म्हणण्यास हरकत नसावी. जवळ जवळ हे शब्द मीं मुद्दाम वापरले आहेत व ते वापरण्याचें कारण असें की, कोलिक अम्लाच्या व्यूहाणूंतील दोन कार्बन अणूंचें व्यूहाणूमधील स्थान आम्हांला विनचूक सांगतां येत नाही. ”

वीलंडच्या संशोधनाचे परिणाम

प्रो. वीलंड यांच्या या व्याख्यानानंतर जो नवीन पुरावा हातीं आला त्यावरून वीलंडने कोलिक अम्लाच्या व्यूहाणूंचें जें स्वरूप योजलें होतें, त्यांत थोडा बदल करावा लागला. क्ष-किरणांच्या सहाय्याने व्यूहाणूंतील निरनिराळ्या कार्बन अणूंतील अंतर मोजण्यांत येऊन असें ठरलें की, एक ते चौदा क्रमांकाचे कार्बन अणु मिळून बेन्झिनच्या (सहा कार्बन अणूंच्या षट्कोनाकृति) तीन बंदिस्त साखळ्या असतात व त्या एक-मेकीशीं दोन दोन कार्बन अणूंच्या साहाय्याने जोडल्या गेल्या आहेत. चौथी बंदिस्त साखळी पांच कार्बन अणूंची आहे व ती या तीन साखळ्यांपैकी एकीस दोन कार्बन अणूंच्या साहाय्याने जोडली गेली आहे. यांपैकी प्रत्येक बंदिस्त साखळीस निरनिराळ्या साध्या साखळ्या

जोडल्याने निरनिराळीं कोलिक अम्लें तयार होतात; व तीं सर्व निरनिराळ्या प्राण्यांच्या पित्ताशयांत सापडतात.

वनस्पतीपासून मिळणाऱ्या स्टेरॉलची अणुरचना मूलतः कोलिक अम्लासारखी आहे. ' व्युव्हो व्हर्गॅरिस ' या बेडकापासून मिळालेलें विफोटॉक्सिन हें विष व लिली फुलांच्या वर्गातील स्क्विल नांवाच्या वनस्पतीपासून मिळवलेलें शिलॅरिन हें विष, हीं दोन्ही द्रव्ये रासायनिक दृष्ट्या एकमेकांशीं बरींचशीं सारखीं असल्याचें दिसून येतें. पित्ताशयामध्ये जीं निरनिराळीं अम्लें असतात, त्यामुळे अन्नपचन होण्यास पुष्कळच मदत होते. पित्ताशयांतील या अम्लांच्या अणुरचनेंत थोडासा बदल झाला तर त्याच अत्यंत उपयोगी अशा अम्लापासून ज्वरदस्त विषद्रव्ये तयार होतात. अशाच तऱ्हेचा अणुरचनेमधील जवळचा संबंध प्राण्यांची शारीरिक व लैंगिक वाढ ज्या पदार्थांमुळे होते त्यांच्या अणुरचनेंत दिसून आला. पित्ताशयांतील निरनिराळ्या द्रव्यांची अणुरचना समजून आल्यानंतर ज्यांना सेक्स हार्मोन म्हणतात—म्हणजे ज्यांच्यामुळे मनुष्यांतील लैंगिक भावना जागृत होतात तीं द्रव्ये—त्यांच्या अणुरचनेचा शोध लावणें सोपें गेलें. तें कार्य आणखी बारा वर्षांनी म्हणजे १९३९ मध्ये, अँडॉल्फ बुटेनांट यांनी पुरें केलें.

: १९२८ :

३० २ ६६

१७०

२०१०

अँडॉल्फ विँडॉस

(जन्म १८७६—)

चरित्र

☆
☆
☆
☆
☆

अँडॉल्फ विँडॉसचा जन्म बर्लिनमध्ये झाला. त्याचें प्राथमिक शिक्षणहि तेथेच पूर्ण झालें. त्यानंतर त्याने फ्रायबर्ग व बर्लिन विद्यापीठांमध्ये औषधीशास्त्राचा अभ्यास पुरा केला. हा अभ्यास करीत असतां, एमिल फिशरचें व्यक्तिमत्त्व व त्याने केलेलें संशोधन यांचा त्याच्या तरुण मनावर परिणाम होऊन आपणहि रसायनशास्त्रांत संशोधन करावें व नांव मिळवावें असें त्यास वाटूं लागलें. फ्रायबर्ग विद्यापीठाची डॉक्टरेट पदवी मिळविल्यानंतर त्याने एमिल फिशरच्या प्रयोगशाळेंत एक वर्षपर्यंत काम करून, एमिल फिशरच्या मार्गदर्शनाचा लाभ घेतला, व तो १९०१ सालीं फ्रायबर्ग विद्यापीठांत पुढील संशोधन करण्यासाठी परतला. तेथे गेल्यानंतर थोड्याच दिवसांत त्यानें कोलेस्टेरॉल व डिजिटालिस या द्रव्याविषयी संशोधन करण्यास सुरुवात केली. कोलेस्टेरॉल हा शब्द कोल आणि स्टिरिऑस या दोन ग्रीक शब्दांवरून बनलेला आहे. कोल म्हणजे पित्त व स्टिरिऑस म्हणजे घन पदार्थ, म्हणजे पित्तांतील घन पदार्थ या अर्थी

“ स्टेरॉल द्रव्यांची अणुरचना शोधून काढल्याबद्दल व त्यांचा व्हिटॅमिनच्या अणुरचनेशीं असलेला संबंध दाखवून दिल्याबद्दल नोबेल पारितोषिक ”

कोलेस्टेरॉल हा शब्द वापरला जातो. फ्रेंच शास्त्रज्ञ शेव्हरॉल याने हा पदार्थ चरवीमध्ये मिळत असल्याचे शोधून काढले होते. चरवीवर कास्टिक पोटॅशची प्रक्रिया केल्यास सावण मिळतो. पण चरवींतील कांही भागावर कास्टिक सोड्याचा परिणाम होत नाही, त्या भागांतच कोलेस्टेरॉल मिळते. निरनिराळ्या वनस्पतींच्या विया किंवा फळे घेऊन त्यावर कास्टिक सोड्याची किंवा कास्टिक पोटॅशची प्रक्रिया केल्यास, त्यांतील चरवीसदृश स्निग्ध भागावर त्याचा परिणाम होऊन सावण तयार होतो व ज्या भागावर कास्टिक सोड्याचा परिणाम होत नाही, असा भाग मागे उरतो. पण ह्या भागामध्ये कोलेस्टेरॉल मिळत नाही. स्निग्ध पदार्थांतील ज्या भागावर कास्टिक सोड्याचा परिणाम होत नाही त्या भागांत असणारे निरनिराळे पदार्थ अणुरचनेच्या दृष्टीने एकमेकांशी फार सारखे आहेत हे दाखवून देण्याचे कार्य विंडॉसने केले. आँटो वालाकने ज्याप्रमाणे सुगंधी तेलावर संशोधन करून तीं सर्व तेलें अणुरचनेच्या दृष्टीने सारखीं असल्याचे ठरवून, ती अणुरचना दर्शविण्याकरिता ' टर्पिन ' वर्ग असें नांव दिले, तितक्याच महत्त्वाचे विंडॉसचे कार्य आहे.

पित्ताशयांतील खड्यांपासून कोलेस्टेरॉल शुद्ध स्वरूपांत मिळवता येते. त्याचा व्यूहाणु सत्तावीस कार्बन अणु एकत्र येऊन झालेला आहे. कार्बन अणूंना जोडल्या गेलेल्या इतर म्हणजे हायड्रोजन, ऑक्सिजन अणूंचा यांत विचार केला नाही. कोलेस्टेरॉलवर ऑक्सिजनची क्रिया घडवून आणल्यास त्यांपैकी आठ कार्बन अणूंची साखळी वाजूला काढता येते. यावरून कोलेस्टेरॉलमध्ये कार्बन अणूंच्या चार बंदिस्त साखळ्या असून, त्यांना आठ कार्बन अणूंची एक मालिका जोडली आहे असा त्याच्या सर्वसाधारण स्वरूपाविषयी विंडॉसने अंदाज केला.

स्टेरॉल या द्रव्याचा डिजिटॅलिसच्या पानांत मिळणाऱ्या डिजिटोनिन द्रव्याशी संयोग घडवून आणल्यास पाण्यांत न विरघळणारे पदार्थ

मिळतात. अशा तऱ्हेने पाण्यांत न विरघळणारे पदार्थ बनवून, विंडॉसने डिजिटोनिनच्या संशोधनास सुरुवात केली. अर्गोस्टेरोलवर प्रकाश-किरण पाडल्यावर त्यांत होणाऱ्या रासायनिक प्रक्रियांचा अभ्यास करण्याकरिता त्याने डिजिटोनिन व स्टेरोल यांच्यातील प्रक्रियेचा मुख्यत्वेन उपयोग केला. हे सर्व संशोधनकार्य गॉटिन्जेन विद्यापीठांत प्राध्यापनाचे काम करीत असतां विंडॉसने पार पाडले. या कार्याचा सुरुवात, विंडॉस १९१५ सालीं गॉटिन्जेन विद्यापीठांत आल्यानंतर झाली. गॉटिन्जेन विद्यापीठांत येण्याअगोदर दोन वर्षे विंडॉसने इन्सब्रुक विद्यापीठांत औषधीय रसायनशास्त्राचा प्राध्यापक म्हणून काम केले होते.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेले संशोधन

या संशोधनाविषयीची माहिती अँडॉल्फ विंडॉस यांच्याच शब्दांत दिली आहे. नोबेल पारितोषिक घेतल्यानंतर त्या प्रसंगीं त्यांनी जें व्याख्यान दिलें, त्यांत ते म्हणतात,

“ कोलेस्टेरोल शरीरामध्ये कोणत्या तऱ्हेने काम करते, हा एक अत्यंत महत्त्वाचा प्रश्न आहे. या प्रश्नाचे उत्तर मिळविण्यासाठी, संशोधकांनी आतापर्यंत निरनिराळ्या तऱ्हेचे प्रयोग करून पाहिले आहेत. विज्ञान-रसायनामध्ये काम करणाऱ्या शास्त्रज्ञांच्या मताने कोलेस्टेरोलचा एक गुणधर्म विशेष लक्षांत घेतला पाहिजे. कोलेस्टेरोलचा हा गुणधर्म म्हणजे त्याच्या साहाय्याने किंवा त्याच्या सान्निध्यांत स्निग्ध पदार्थांचे फार सुंदर इमल्शन बनते व इमल्शन झालेला स्निग्ध पदार्थ शरीरामध्ये लवकर शोषून घेतला जातो. तेलासारखा स्निग्ध पदार्थ व पाणी एकमेकांशीं मिसळून एकजीव होत नाहीत. पण हेच पदार्थ कोलेस्टेरोलसारख्या कांही पदार्थांच्या सान्निध्यांत एकत्र आणले तर त्यांचे एकजीव मिश्रण बनते. अशा तेल व पाण्याच्या एकजीव मिश्रणास इमल्शन म्हणतात. रसायनशास्त्र व शरीर-विज्ञान या क्षेत्रांत संशोधन करणाऱ्या शास्त्रज्ञांची कोलेस्टेरोलकडे पाहण्याची

दृष्टि थोडी वेगळी आहे. या शास्त्रज्ञांनी स्टेरॉल आणि कॉडलिंहर तेलांत असणारे विटॅमिन डी यांचा परस्परांशी असलेला संबंध शोधण्याचा प्रयत्न केला आहे. कॉडलिंहर तेलामध्ये असणाऱ्या विटॅमिन डी-चा मुडदूस किंवा रिकेट्स या रोगावर अतिशय चांगला उपयोग होतो. मुडदूस झालेल्या रोग्यास कॉडलिंहर तेल देणे हा उपाय आता सर्वमान्य झाला आहे. जर्मनीमधील हुल्डशिन्स्की या डॉक्टरने मुडदुसावर आणखी एक उपाय शोधून काढला आहे. कॉडलिंहर तेलाचा खुराक चालू असतांना, रोग्यास नीलातीत किरणांमध्ये कांही काल राहू दिले तर कॉडलिंहर तेलाचा फार लवकर परिणाम दिसू लागतो व रोगी लवकर बरा होतो. यानंतर अमेरिकेतील कांही शास्त्रज्ञांनी असे शोधून काढले की, रोग्यास नीलातीत किरणांत बसवण्याची कांही जरूर नाही. रोग्याच्या सेवनांत घायचे अन्न नीलातीत किरणांत ठेवून ते अन्न रोग्यास दिले तरी मुडदूस रोग बरा होण्यास मदत होते. ज्या अमेरिकन शास्त्रज्ञांनी हा शोध लावला, त्यांचीं नांवे हेस आणि स्टीन बॉक अशीं आहेत व या दोघांचे संशोधन-कार्य पूर्णपणे स्वतंत्र आहे. जवळ जवळ एकाच वेळीं त्यांनी आपला शोध प्रसिद्ध केल्यामुळे, दोघांचीं नांवे एकत्र घ्यावीं लागतात व त्यामुळे ते एकमेकांचे सहकारी असावेत असा ग्रह होतो. हेस आणि स्टीन बॉक यांचे हे संशोधन अमेरिकेंत चालू असतां, इंग्लंडमध्ये रोझेनहीम आणि वेव्स्टर यांचे जवळ जवळ त्याच विषयावर संशोधन चालू होते. इंग्लंड-मधील या संशोधक द्वयाने असे शोधून काढले की, अन्नांतील ज्या भागावर कॉस्टिक सोड्याची रासायनिक क्रिया घडून येत नाही, त्या भागामध्ये मुडदूस-विरोधी द्रव्य असते व ते द्रव्य स्टेरॉल वर्गातीलच होय. प्रथमतः शास्त्रज्ञांची अशी कल्पना झाली की, प्राणी वनस्पति किंवा बुरशी यामध्ये मिळणाऱ्या स्टेरॉलवर नीलातीत किरण टाकल्यास त्यांमध्ये असणाऱ्या स्टेरॉलना चालना मिळून स्टेरॉलपासून मुडदूसविरोधी द्रव्य तयार होत असावे. परंतु पुढे अधिक

संशोधन केल्यानंतर असें दिसून आलें की, कोलेस्टेरॉल आणि सिटोस्टेरॉल यांच्या जोडीला आणखी एक स्टेरॉल द्रव्य सूक्ष्म प्रमाणांत असतें व त्या अत्यंत अल्प प्रमाणांत असणाऱ्या द्रव्यापासून मुडदूसविरोधी द्रव्य तयार होत असतें. कोलेस्टेरॉल व सिटोस्टेरॉल यांच्या जोडीला असणारा हा पदार्थ शुद्ध स्वरूपांत मिळवितां येतो. त्या शुद्ध पदार्थाचें परीक्षण केल्यास तो पदार्थ व बुरशीमध्ये मिळणारें अर्गोस्टेरॉल हें एकच असल्याचें दिसून येतें. दोन्ही पदार्थ एकच आहेत असें म्हणण्यांत घाई होत आहे, असें जर कोणास वाटत असेल, तर त्या द्रव्याचा व अर्गोस्टेरॉलचा शरीरावरील परिणाम एकच आहे ह्या अत्यंत सावधगिरीच्या विधानाने त्यांचें सामाधान व्हायला पाहिजे. कोलेस्टेरॉलच्या जोडीला असणाऱ्या द्रव्याचा व अर्गोस्टेरॉलचा प्रकाशपट एकच असल्याने हे दोन्ही पदार्थ एकच असावेत असें मानण्यास पुष्कळच पुरावा आहे. अर्गोस्टेरॉलचें मुडदूस-विरोधी विटॅमिनमध्ये रूपान्तर करण्यास २५३ ते ३०२ मिलिमायक्रॉन आंदोलनाचा नीलातीत प्रकाश वापरावा लागतो. २५३ मिलिमायक्रॉनपेक्षा कमी किंवा ३०२ मिलिमायक्रॉनपेक्षा जास्त, आंदोलनें असलेल्या प्रकाशलहरींचा उपयोग ह्या कामीं होत नाही. प्रकाशलहरींच्या साहाय्याने, अर्गोस्टेरॉलला चालना देऊन, त्याचें मुडदूस-विरोधी विटॅमिनमध्ये रूपांतर करण्याचें कार्य, -१८३° सें. इतकें उष्णतामान ठेवले तरी चालू राहतें. पण अर्गोस्टेरॉल फार वेळपर्यंत नीलातीत किरणांत ठेवल्यास, मुडदूस-विरोधी विटॅमिन नष्ट होतें. नीलातीत किरणांच्या साहाय्याने घडून येणारा परिणाम, ठराविकच असावा व तो केव्हाहि घडवून आणतां यावा, यासाठी अर्गोस्टेरॉलपासून विटॅमिन 'डी' मिळविण्याच्या क्रियेचा सांगोपांग अभ्यास करून असें ठरविण्यांत आलें की, ही क्रिया घडवून आणीत असतां, ऑक्सिजन वायूचा जरासुद्धा संपर्क अर्गोस्टेरॉलला होतां कामा नये. त्याप्रमाणे अर्गोस्टेरॉलच्या विलयनांतील सर्व भागावर

नीलातीत किरणांचा परिणाम सारखा घडून यावा याची काळजी घेणे अत्यंत जरूर आहे. विलयनाच्या निरनिराळ्या भागांवर कमीजास्त परिणाम घडून आल्यास ही क्रिया योग्य रीतीने होत नाही. ”

संशोधनाचे परिणाम

विंडोसने कोलेस्टेरॉलविषयी जे संशोधन केले त्यामुळे प्राण्यांचे लिंग ठरविणारी जी रासायनिक द्रव्ये शरीरांत असतात, त्या द्रव्याविषयीचे ज्ञान उपलब्ध होण्यास पुष्कळच मदत झाली. त्याने डिजिटॅलिससंबंधी केलेल्या संशोधनामुळे हृदयरोगांत उपयोगी पडणारी निरनिराळी औषधे तयार करण्यास पुष्कळच मदत झाली. विटॅमिन डी करण्याकरिता, विंडोसने विज्ञान, जीव व सेन्द्रिय रसायनशास्त्रांतील पद्धतींचा उपयोग केला होता. या संशोधनामुळे रसायनशास्त्राच्या या तीनही शाखांतील संशोधनपद्धतींचा सुंदर मिलाफ घडून येण्यास मदत झाली. विलयनांत प्रकाशलहरी शोषल्या गेल्यानंतर जो प्रकाशपट मिळतो त्याचा, प्रयोगासाठी वापरलेल्या प्राण्यावर निरनिराळ्या अन्नांमुळे होणारे परिणाम यांच्याशी त्याने उत्तम तऱ्हेची सांगड घालून दिली. एखाद्या तीव्र बुद्धीच्या संशोधकाने रसायनशास्त्रांतील निरनिराळ्या शाखांचा अभ्यास करून, प्रत्येक शाखेमध्ये संशोधन करित करित त्या सर्वांची सांगड घालित वसण्यापेक्षा, निरनिराळ्या शाखांतील तज्ज्ञ संशोधकांनी एकत्र येऊन संशोधनाचा विषय निरनिराळ्या दृष्टिकोनांतून हाताळणे जास्त फायदेशीर आहे, असे विंडोसच्या नेतृत्वाखाली जे संशोधन झाले त्यावरून चांगले सिद्ध झाले.

प्रकाशाचा परिमित उपयोग केल्यास, रासायनिक क्रिया योग्य तऱ्हेने घडवून आणतां येतात हे विंडोसच्या संशोधनाने सिद्ध झाले. अर्गोस्टे-रॉलचे विटॅमिनमध्ये रूपांतर करण्यास अतिशय थोडी शक्ति पुरते. १ ग्रॅम पेट्रोलियम जाळून जितकी शक्ति मिळू शकेल तितकी शक्ति १० ग्रॅम अर्गोस्टेरॉलचे विटॅमिन डी मध्ये रूपान्तर करण्यास पुरेशी होते.

अर्गोस्टेरोलचे व्हिटॅमिन डी मध्ये रूपान्तर यासारख्या रासायनिक क्रिया घडवून आणण्यास प्रकाश कांही विशिष्ट लहरींचाच असावा लागतो. इतर लहरींचा प्रकाश वापरल्यास, अशा प्रकाशाचा इष्ट परिणाम घडून येत नाही. अर्गोस्टेरोलपासून मिळणाऱ्या व्हिटॅमिनला बोर्डिनाँ या संशोधकाने कॅल्सिफेरॉल असें नांव दिलें. विंडॉसने त्याच व्हिटॅमिनचे डी २ असें दिलें व तें व्हिटॅमिन डी पासून भिन्न आहे असें दर्शविलें. शुद्ध स्वरूपांत असलेलें फक्त १ औंस व्हिटॅमिन डी सर्वसाधारणपणे तीन हजार मुलांना एक वर्षेपर्यंत पुरेल असा संशोधकांनी अंदाज केला आहे. म्हणजे आपल्याला व्हिटॅमिन्स किती सूक्ष्म प्रमाणांत घ्यावीं लागतात, याचा आपणास अंदाज करतां येतो. अन्नांतील व विशेषत दुधामधील व्हिटॅमिन डी चे प्रमाण वाढविण्यासाठी, जें संशोधन झालें त्यामध्ये मुख्यत्वेकरून विंडॉसने आपल्या संशोधनांत वापरलेल्या पद्धतीचाच उपयोग झाला. न गंजणाऱ्या पोलादाच्या नळ्यांतून दूध वाहतें ठेवून त्या दुधावर नीलातीत किरण पडविणे यासाठी या नळ्यांच्या मध्यभागीं नीलातीत किरण देणारा दिवा ठेवण्यासाठी व्यवस्था करावी लागते. दुधाच्या जोडीला हवा खेळती राहिल्यास तयार झालेल्या व्हिटॅमिन डीचा नाश होतो हें लक्षांत घेऊन, दूध ज्या नळ्यांमधून खेळतें राहतें त्या नळ्यांमध्ये हवेचा प्रवेशसुद्धा होणार नाही याची अत्यंत कसोशीनें काळजी घेण्यांत येते. अशा रीतीने दुधामधील व्हिटॅमिन डी-चे प्रमाण वाढवून, त्याचा मुडदुसासारख्या रोगाला प्रतिबंध करण्यासाठी वा त्याचा प्रतिकार करण्यासाठी उपयोग करतात.

विंडॉसने व्हिटॅमिन डी-विषयक जें संशोधन करून ठेवलें आहे व ज्या नवीन संशोधनपद्धति वसविल्या आहेत त्यांचा आता इतक्या मोठ्या प्रमाणावर उपयोग होत आहे की, त्याच्या कार्याचें यथायोग्य मूल्यमापन करणें अत्यंत कठिण आहे.

: १९२९ :

ऑर्थर हार्डेन

☆

(१८६२--१९४०)

☆

व

☆

हॅन्स फॉन युलर शेल्लिन

☆

☆

(जन्म १८७३—)

चरित्र : ऑर्थर हार्डेन

ऑर्थर हार्डेनचा जन्म इंग्लंडमधील मॅचेस्टर शहरीं झाला. इंग्लिश विद्यापीठांतील अभ्यासक्रम आटोपल्यानंतर त्याने जर्मनीस प्रयाण केलें व १८८८ सालीं जर्मनींतील एरलॅंगेन विद्यापीठाची डॉक्टरेट पदवी संपादन केली. जर्मनीमध्ये त्याने केलेल्या संशोधनाचें हें फल होय, हें वेगळें सांगण्याची जरूर नाही. त्यानंतर पुढील नऊ वर्षे मॅचेस्टरमधील ओवेन्स कॉलेजांत अध्यापनाचें कार्य केलें व शिवाय तेथील नामवंत प्राध्यापक व संशोधक हेन्री रॉस्को यांना निरनिराळीं पाठ्यपुस्तकें लिहिण्यांत बहुमोल मदत केली. त्याशिवाय त्याने स्वतः एफ्. सी. गॅरेट यांच्या सहकार्याने सेन्द्रिय रसायनांतील प्रयोगांविषयी एक पुस्तक लिहिलें. नऊ वर्षे प्राध्यापकीय कामाचा अनुभव घेतल्यावर, त्याने आपलें कार्यक्षेत्र बदललें व जेन्नर इन्स्टिट्यूटमध्ये आंबविण्याच्या क्रियेविषयी संशोधन सुरू केलें. निर-

“ शर्करांची आंबविण्याची क्रिया व ती घडवून आणणारी एन्झाइम्स याविषयी संशोधन केल्याबद्दल नोबेल पारितोषिक ”

निराळ्या वॅक्टोरियामधील-कीटाणूमधील-फरक समजून घेण्याच्या दृष्टीने, त्यांचा आंबविण्याच्या क्रियेसाठी उपयोग करून, आंबविल्यानंतर मिळणाऱ्या पदार्थांचा विश्लेषणात्मक अभ्यास सुरू केला. यीस्ट वापरून आंबविण्याची क्रिया होते ती क्रियाहि अर्थातच अभ्यासिली गेली. यीस्ट साधारण उबदार जागी ठेवल्यास, त्यापासून एन्झाइमची यीस्टमधील द्रव्यावर क्रिया होऊन, तें पातळ होतें अशा रीतीने आपसुक पातळ झालेलें यीस्ट तपासल्यास त्यामध्ये झायमेस नांवाचें एन्झाइम मिळतें. उबदार जागी ठेवून, आपण होऊन पातळ झालेला यीस्ट उकळल्यास त्यामधील सर्व एन्झाइमचा नाश व्हावा अशी साधारण अपेक्षा आहे. पण हार्डेनच्या निरीक्षणांत असें आलें की, उकळविलेला यीस्ट वापरल्यास, आंबविण्याची क्रिया उलट जास्त जोरानें घडून येते. ही क्रिया उकळविलेल्या यीस्टमधील ज्या द्रव्यामुळे घडून येते त्यास हार्डेनने को-झायमेस असें नांव दिलें. या कोझायमेसचें परीक्षण करतां, त्यामध्ये फॉस्फॉरिक अम्ल किंवा त्याचें क्षार असल्याचे हार्डेनला दिसून आलें. तेव्हा अर्थातच कोझायमेसमधील फॉस्फॉरिक अम्ल किंवा त्याचे क्षार यांमुळे झायमेसची आंबविण्याची क्रिया चालू राहते की काय हा प्रश्न पुढे आला. त्याचा निर्णय करण्यासाठी त्याने बुक्नेअरच्या पद्धतीचा वापर करून मिळविलेला यीस्टचा रस व सहा कार्बन अणूंची साखळी असलेली हेक्झोस शर्करा यांच्या मिश्रणांत त्याने पोटॅशियम फॉस्फेटचें विलयन वापरून पाहिलें, त्या वेळीं आंबविण्याच्या क्रियेनंतर मिळणाऱ्या कार्बन-डायॉक्साइड वायूच्या निर्मितींत वाढ झाल्याचें त्याला आढळलें. यासंबंधी जास्त खोल विचार करतां, व निरनिराळे प्रयोग करून पाहतां, प्रयोगांतीं मिळणारा कार्बन-डाय-ऑक्साइड वायु व आंबविण्याच्या मिश्रणांत वापरलेलें फॉस्फेट यांचा परस्परांशीं संबंध नीट समजून आला. हे प्रयोग चालू असतांनाच, सहा कार्बन अणूंची साखळी असलेल्या हेक्झोस

शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्ल यांच्या संयुक्तांचा शोध लागला. हेक्झोस शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्ल यांमध्ये रासायनिक क्रिया घडवून आणण्याचे कार्य एका विशिष्ट एन्झाइमकडून होत असल्याने, त्या एन्झाइमला 'फॉस्फेटस' असे नांव मिळाले.

याविषयी जास्त संशोधन करित असतांना, हार्डेनला शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्ल यांच्या संयोगाने होणारी बरीचशीं एस्टर द्रव्ये मिळालीं. अल्कोहोलमध्ये ज्याप्रमाणे हायड्रोजन व ऑक्सिजन अणूपासून झालेला हायड्रॉक्सिल अणुसमुदाय (OH) असतो, तसाच हायड्रॉक्सिल अणुसमुदाय शर्करेमध्ये सुद्धा असतो. अल्कोहोलमधील हायड्रॉक्सिल अणुसमुदाय व अम्लांमधील हायड्रोजन अयन यांचा एकमेकाशीं संयोग होऊन पाणी तयार होतें व अल्कोहोलचा अम्लाशीं संयोग होऊन 'एस्टर'-वर्गातले पदार्थ तयार होतात. यासारखीच क्रिया शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्ल यांत घडून येऊन शर्करांचीं निरनिराळीं एस्टर्स बनतात.

अशा रीतीने आंत्रवण्याच्या क्रियेविषयी वरेंचसें संशोधन करून, त्या क्रियांवर विशेष प्रकाश पाडल्याबद्दल त्यास नोबेल पारितोषिक देऊन त्याचा गौरव करण्यांत आला.

त्याने आपलें संशोधन ज्या संस्थेच्या प्रयोगशाळांतून केलें त्या जेन्नर इन्स्टिट्यूटचें कालांतराने लिस्टर इन्स्टिट्यूटमध्ये रूपांतर झालें. त्यामुळे जेन्नर इन्स्टिट्यूटमध्ये संशोधनास सुरुवात करून, ते लिस्टर इन्स्टिट्यूटमधून १९३० सालीं निवृत्त झाले. असा त्यांच्या चरित्रांत उल्लेख करावा लागतो. त्याचा स्वभाव बराचसा अबोल होता. त्याचा त्याने विपुल लेखन करून व आपल्या शास्त्रीय ज्ञानाचा सामान्य जनांस भरपूर फायदा देऊन केला. 'वायोकेमिकल जर्नल' या जीवरसायनाविषयीच्या संशोधनास वाहिलेल्या नियतकालिकाचें संपादनकार्य त्याने कित्येक वर्षे केलें.

चरित्र : हॅन्स फॉन युलर शेल्लिन

हॅन्स फॉन युलर शेल्लिन याचा जन्म व्हेरियांतील ऑग्सवर्ग शहरीं झाला. चित्रकार म्हणून नांव कमवावें या उद्देशाने त्याने चित्रकलेचा प्रथम चांगला अभ्यास केला होता. पण चित्रासाठी रंग वापरतां वापरतां त्याविषयीची जिज्ञासा वाढत जाऊन त्याने रसायन व विज्ञान यांच्या अभ्यासास सुरुवात केली, व तो १८९५ सालीं बर्लिन विद्यापीठाची पदवीपरीक्षा पास झाला. त्यानंतर प्रो. नन्स्ट याच्या प्रयोगशाळेंत दोन वर्षे विज्ञानरसायनविषयक संशोधन केल्यानंतर त्याने १८९७ मध्ये स्वीडन-मधील विख्यात शास्त्रज्ञ अन्हेनियस यांच्या मार्गदर्शनाखाली संशोधन सुरू केलें. या दोन्हीहि विख्यात शास्त्रज्ञांच्या मार्गदर्शनाचा लाभ घेऊनहि, त्याची ज्ञानलालसा तृप्त न झाल्याने त्याने व्हॅन्टहॉफ या तिसऱ्या नामवंत शास्त्रज्ञाच्या देखरेखीखाली आणखी दोन वर्षे संशोधनांत घालविलीं. त्यानंतर १९०० सालीं तो स्टॉकहोममध्ये विज्ञानरसायनशास्त्राचा प्राध्यापक झाला. तें काम सहा वर्षे पाहिल्यानंतर, त्याचें लक्ष सेन्द्रिय रसायनाकडे वळलें व १९०६ पासून त्याने आपलें कार्यक्षेत्र बदललें, व सेन्द्रिय रसायनाविषयी संशोधन सुरू केलें. त्याचे एके काळचे मार्गदर्शक अन्हेनियस यांनीहि कित्येक वर्षे विज्ञानरसायनाच्या संशोधनांत घालविल्यानंतर जीवरसायनामध्ये संशोधन करण्यास सुरुवात केली होती. आपल्या गुरू-प्रमाणेच युलर शेल्लिनने विज्ञानरसायनांतील सिद्धान्तांचें दृढ आकलन करून, नंतर जीवरसायनविषयक संशोधनास सुरुवात केली. रासायनिक क्रिया कशा घडून येतात हें समजावून घेण्याकरिता विज्ञानरसायनांतील ज्या सिद्धान्तांचा उपयोग केला होता व जी साधनसामुग्री वापरली होती, त्यांचा उपयोग करून 'एन्झाइम'-मुळे घडून येणाऱ्या आंवरण्याच्या क्रियेचा शास्त्रशुद्ध अभ्यास करावा हें कार्यक्षेत्र त्याने मनांत योजलें होतें. अशा रीतीने आंवरण्याच्या क्रियेचा अभ्यास झाल्यास,

त्या क्रियेचें रासायनिक स्वरूप पूर्णपणे लक्षांत येऊन, त्या क्रियेचें रसायनशाखांतील स्थान निश्चित होणार होतें. आंब्रवण्याच्या क्रियेविषयी केलेल्या संशोधनामागील त्याची ही भूमिका त्याने १९१० साली प्रसिद्ध केलेल्या 'एन्झाइमविषयक रसायनशास्त्र' या पुस्तकांत विशद केली आहे.

एन्झाइम व त्याचा जो पदार्थ आंब्रवण्यासाठी उपयोग होतो या दोहोंमध्ये एक तऱ्हेचें रासायनिक आकर्षण आहे असें युलर शेल्लिन व त्याच्या सहकाऱ्यांनी केलेल्या संशोधनावरून ठरलें. म्हणजे एकाच्या ठिकाणीं अम्ल गुणधर्म देणारा कार्बोक्सिल (CO OH) अणुसमुदाय असल्यास, दुसऱ्यामध्ये अल्क गुणधर्म दर्शविणारा अमिडो अणुसमुदाय असल्यानें, एन्झाइम व त्याची ज्यावर क्रिया होऊं शकते तो पदार्थ यांमध्ये एक तऱ्हेचे रासायनिक आकर्षण आहे. हा परस्पर संबंध दाखवून दिल्यानंतर एन्झाइमचा कांही विशिष्ट पदार्थांवर उपयोग होतो या-विषयीची कारणपरंपरा बरीचशी समजून आली.

एन्झाइमच्या जोडीला कांही विशिष्ट पदार्थ असल्यास एन्झाइम जास्त कार्यक्षम असतो. हा विशिष्ट पदार्थ एन्झाइमच्या जोडीनेच फक्त कार्य करतो. अशा पदार्थास को-एन्झाइम म्हणण्याचा प्रघात आहे. हार्डेननें झायमेसवरोवर कार्य करणारा को-एन्झाइम शोधून काढला होता. झायमेसच्या को-एन्झाइमवर उकळत्या पाण्याचा कांही परिणाम होत नाही व तो पाण्यांत उकळवल्यानंतरहि पूर्वीइतकाच कार्यक्षम राहतो. युलर शेल्लिनने हा को-एन्झाइम अत्यंत शुद्ध स्वरूपांत मिळविला व त्याचें रासायनिक पृथक्करण केलें. त्या वेळीं त्यास असें आढळून आलें की फॉस्फॉरिक अम्ल आणि शर्करा यांपासून मिळालेल्या एस्टरचा प्युरिनवरोवर संबंध घडून येऊन हा को-एन्झाइम मिळाला आहे; व प्राण्यांच्या स्नायूमध्ये मिळणाऱ्या कांही संयुक्तांशीं त्याचा अत्यंत जवळचा संबंध आहे.

प्राण्यांच्या शरिरांत ज्या क्रिया एन्झाइमच्या साहाय्याने घडून येतात,



हॅन्स व्हॉन युलरशेल्लिन १९२९

हॅन्स फिशर १९३०

२५

३०८३८
११०८

५ ५

५११०
२५५००

त्या क्रिया घडत असता, एन्झाइमच्या जोडीला त्याचा सहाय्यकारी मदतनीस को-एन्झाइम असावा, ही गोष्ट जीवरसायनामध्ये प्रथमतःच आढळून आलेली नाही. रोग्याला लस टोचून त्याची प्रतिकारशक्ति वाढवण्याच्या शाखामध्येदेखील लसीच्या जोडीला अशा तऱ्हेच्या मदतनिसाची नेहमीच जरूर असते. एन्झाइमची क्रिया कांही विषारी पदार्थांमुळे थांबवली जाते, त्या वेळीं अशा विषारी पदार्थांच्या जोडीला कांही विशिष्ट द्रव्ये असल्यास मूळद्रव्याचा विषारीपणा वाढून एन्झाइमचें कार्य तावडतोव थांबतें. म्हणजे एन्झाइमचा जोडीदार व मदतनीस जसा को-एन्झाइम तसा एन्झाइमचें कार्य थांबवणाऱ्या विषाचा जोडीदार विष-मित्र असें म्हणण्यास हरकत नाही. यासारखाच प्रकार जीवरसायनामध्ये विटॅमिनच्या वावतींत दिसून येतो. शरिराची कार्यक्षमता व प्रतिकारशक्ति टिकून राहण्यासाठी विटॅमिनचा उपयोग होतो. तर खाद्य-पदार्थांत अँटिविटॅमिन असल्यास विटॅमिन अकार्यक्षम ठरतात. मुंगसापुढे सर्प हतवल व्हावा त्यासारखाच हा प्रकार आहे.

एन्झाइमविषयक प्रक्रियांचा अभ्यास करीत करीत युलर शेल्लिनने औषधीशास्त्र व आनुवंशिकता यासंबंधी कांही विचारसरणी बसविली व तिला पोषक असे प्रयोग करून आपण केवळ तात्त्विक चर्चा करीत नाही असें दाखवून दिलें. 'एन्झाइमचें रसायनशास्त्र' या त्याच्या गाजलेल्या पुस्तकाची प्रस्तावना लिहितांना, आपण पुस्तकांत मांडलेल्या विचारप्रणालीचा औषधीशास्त्रामध्ये वराच उपयोग होण्याची शक्यता आहे असें मत त्याने प्रदर्शित केलें आहे. त्याने केलेल्या तत्त्वविवेचनाचें महत्त्व जाणून, खास त्याच्यासाठी एका नवीन संस्थेची स्टॉकहोम विद्या-पीठाने निर्मिति केली. जीवरसायनशास्त्रामध्ये संशोधन हें त्या संस्थेचें ध्येय होतें. संस्थेच्या निर्मितीनंतर तिच्या प्रमुख पदावर युलर शेल्लिनची नेमणूक झाली व त्या ठिकाणीं त्याने नवीन संशोधनास सुरुवात केली.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेले हार्डेनचे कार्ये

यीस्टच्या सहाय्याने घडवून आणलेल्या आंवरण्याच्या क्रियेचा अभ्यास केल्यास एक गोष्ट दिसून येते की, सजीव यीस्ट, त्याच यीस्टपासून मिळविलेल्या यीस्ट रसापेक्षा जास्त कार्यक्षम असते. या दोहोंच्या कार्यक्षमतेची तुलना करावयाची म्हटल्यास, सजीव यीस्टच्या कार्यक्षमतेच्या $\frac{9}{10}$ ते $\frac{9}{8}$ पट कार्यक्षमता यीस्ट रसाची असते. अशा कमी कार्यक्षम यीस्ट रसाच्या जोडीला फॉस्फेटचे विलयन वापरल्यास त्याची कार्यक्षमता मूळच्या दहा ते वीस पट वाढते. हे ध्यानांत घेतल्यास ज्या विशिष्ट रचनेमुळे यीस्ट-कडून आंवरण्याचे कार्य घडून येते ती अणुरचना यीस्टरस तयार करण्याच्या प्रयोगांत समूळ नष्ट न होतां वरीचशी शिल्क राहिली आहे असे कबूल करावे लागते, पण सजीव यीस्टला सभोवतालच्या विलयनांतील फॉस्फेटचा पुरवठा वापरण्याची शक्ति असते ती शक्ति यीस्टरसाला नसल्याचे दिसून येते, म्हणजे यीस्टरस काढण्याच्या प्रयोगांत ही शक्ति नष्ट झाली आहे असे म्हणावे लागते. सजीव यीस्टच्या जोडीला आर्सेनेट किंवा फॉस्फेट वापरल्यास त्याचा आंवरण्याच्या क्रियेवर कांहीहि परिणाम दिसून येत नाही. यीस्टच्या पेशीमध्ये मुळांतच असलेल्या फॉस्फेटचा पुरवठा यीस्ट पेशीची कार्यक्षमता टिकवण्यास पुरेसा असल्याने विलयनांत वापरलेल्या आर्सेनेट किंवा फॉस्फेटचा कांहीहि परिणाम होत नाही. कदाचित् यीस्टपेशींभोवती असलेल्या आवरणामधून फॉस्फेट किंवा आर्सेनेट आयनाला पेशीमध्ये प्रवेश करणे अशक्य होत असावे. त्यामुळे पेशीवाहेर विलयनांत असलेल्या फॉस्फेट किंवा आर्सेनेटचा पेशीच्या कार्यक्षमतेवर कांहीहि दृश्य परिणाम घडून येत नाही. हे कारण खरे असो नसो, एक गोष्ट मात्र प्रयोगांती सिद्ध होते की, विलयनांत असलेले फॉस्फेट वापरण्याची यीस्टला मुळांत असलेली शक्ति यीस्टरस तयार करण्याच्या प्रयोगांत नष्ट होते किंवा ती शक्ति नष्ट झाली नाही तरी

तींत कांही तरी विघाड होतो असें म्हणावें लागतें. यीस्ट रस तयार करण्याकरिता बुक्नेरची पद्धत वापरतात. या पद्धतींत सिलिका व यीस्ट पेशी यांचें मिश्रण सारग्वें घोटून घोटून नंतर गाळतात. या क्रियेमुळे यीस्टरसाची कार्यक्षमता कमी होण्याचें कांही कारण नाही. कदाचित् किसेलगुर किंवा सिलिकासारखें चूर्ण जास्त प्रमाणांत वापरल्याने यीस्टच्या ज्या भागांत विलयनांतील फॉस्फेट वापरण्याची शक्ति आहे तो भागच किसेलगुरला किंवा सिलिकाला जोडला जाऊन, यीस्टरसामध्ये ती विशिष्ट शक्ति राहात नसावी. ही विशिष्ट शक्ति कोणत्या वेळीं व कोणत्या कारणाने नष्ट होते हें ठरविण्यासाठी हार्डेन व मिस्र मॅकफार्लेन यांनी निरनिराळे प्रयोग करून पाहिले. यीस्ट पेशी वेगवेगळ्या पदार्थांवरोवर घोटल्यास यीस्टरसांतील फॉस्फेटचें प्रमाण बदललें या कल्पनेने किसेलगुर किंवा सिलिका याएवजी निरनिराळे पदार्थ वापरून, या संशोधकांनी यीस्टरस तयार करून, त्याची कार्यक्षमता तपासली. सिलिकाएवजी साधी वाळू यीस्टवरोवर घोटल्यास, विलयनांतील फॉस्फेटचा उपयोग करण्याची शक्ति नष्ट होते असें आढळून आलें. सिलिकाएवजी कॅल्शियम कार्बोनेट किंवा खडू वापरल्यास, यीस्टरसामध्ये विलयनांतील फॉस्फेट वापरण्याची शक्ति असते तर बेरियम कार्बोनेट वापरून मिळविलेल्या यीस्टरसामध्ये ही शक्ति मुळीच नसते. म्हणजे बुक्नेरने वापरलेल्या किसेलगुर किंवा सिलिकाएवजी इतर पदार्थ वापरल्यास, विलयनांत असलेली फॉस्फेट वापरण्याची शक्ति कमी-अधिक होत असल्याचें आढळतें. फॉस्फेट वापरण्याची शक्ति फॉस्फेटेझ या एन्झाइममुळे येत असल्याने, यीस्टरसामधील फॉस्फेटेझ एन्झाइमचें प्रमाण, यीस्टरस तयार करण्याच्या पद्धतीवर अवलंबून आहे असें म्हणावें लागतें.

यीस्टरसाच्या जोडीला फॉस्फेटचें विलयन वापरून शर्करा आंबवण्याचा क्रियेचा अभ्यास केल्यास, फॉस्फेटच्या विलयनामुळे यीस्टरसाची

कार्यक्षमता अतिशय वाढल्याचें दिसून येतें. शर्करेच्या विलयनांतून कार्बन-डायॉक्साइड वायु भराभर निवृं लागतो व शर्करेचे अल्कोहोलमध्ये रूपांतर होतें; व त्याच्या जोडीला शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्ल यांच्या एस्टरचें विलयनांतील प्रमाण वाढूं लागतें. जितक्या प्रमाणांत कार्बनडायॉक्साइड वायु निघावा व जितकें अल्कोहोल तयार व्हावें, तितक्या प्रमाणांत शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्ल यांच्या एस्टरचें विलयनांतील प्रमाण जास्त जास्त वाढूं लागतें. शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्ल यांमधील एस्टर, सहा कार्बन अणूपासून मिळणाऱ्या ग्लुकोजसारख्या हेक्झोस शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्लाचे दोन व्यूहाणु यापासून होणारा हेक्झोस डायफॉस्फेट किंवा हेक्झोस शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्लाचा एक व्यूहाणु यापासून तयार झालेला हेक्झोस मोनोफॉस्फेट असूं शकेल किंवा कदाचित् या दोन्ही तऱ्हेचे एस्टर निरनिराळ्या प्रमाणांत विलयनांत असण्याचा संभव आहे.

आंबवण्याच्या क्रियेसाठी सुकवून तयार केलेले यीस्ट वापरल्यास, बारा कार्बन अणूपासून झालेल्या डायसॅकरोज (उसाची साखर वगैरे) व फॉस्फॉरिक अम्ल यापासून तयार झालेले डायसॅकराइड फॉस्फॉरिक एस्टर किंवा हेक्झोज शर्करेचे तीन व्यूहाणु व फॉस्फॉरिक अम्लाचा एक व्यूहाणु यापासून मिळणारे ट्राय-हॅलोझ मोनोफॉस्फेट एस्टर मिळण्याची शक्यता उत्पन्न होते.

अशा रीतीने आंबवण्याच्या क्रियेसंबंधी एक महत्त्वाचें संशोधन पार पाडल्याबद्दल हार्डेनला नोबेल पारितोषिक देण्यांत आलें.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेलें युलर शेल्विनचें कार्य

एन्झाइमच्या क्रिया कशा घडून येतात याचा विचार केल्यास, या सर्व क्रिया एका विशिष्ट दिशेनेच घडून येतात असें दिसून येतें. उदाहरणार्थ, अंड्यांतील पांढऱ्या बलकावर एन्झाइमची क्रिया घडवून आणली तर बरीचशीं अमिनोअॅसिड्स मिळतात. त्यांमध्ये डाय-पेप्टाइड या नांवाने

ओळखलीं जाणारीं दोन अमिनो अॅसिड्स असतात. या डाय-पेप्टाइडवर ज्या विशिष्ट एन्झाइमची क्रिया घडवून आणतां येते त्या एन्झाइमला ' डाय-पेप्टाइडेझ ' असें म्हणतात. डायपेप्टाइडमधील कोठला तरी अणुसमूह डायपेप्टाइडमधील कोठल्या तरी अणुसमूहाशीं रासायनिक दृष्ट्या आकर्षित झाल्याने ही क्रिया घडून येत असावी. डायपेप्टाइड व डाय-पेप्टाइडेझ या एन्झाइममधील एकमेकांना आकर्षित करणारे अणुसमूह कोणते असावे हे आतांच आणि नक्की सांगतां येत नाही. सर्वसाधारण अशी समजूत आहे की, एन्झाइमची क्रिया घडून आल्यानंतर मूळ द्रव्यापासून जीं द्रव्यें तयार होतात त्यांचा एकंदरींत एन्झाइमच्या प्रक्रियेस अडथळा होतो. डायपेप्टाइडवर एन्झाइमची प्रक्रिया होत असतां, अशा तऱ्हेचा अडथळा अमिनो अॅसिडपासून होतो. अशा तऱ्हेचा अडथळा निर्माण होतांना, डायपेप्टाइडमधील कोणता अणुसमूह अकार्यक्षम होत असावा किंवा कोणत्या अणुसमूहामुळे अडथळा निर्माण होत असावा हे शोधून काढण्यासाठी युलरने संशोधन केलें व डायपेप्टाइडमधील अमिनो अणुसमूहामुळे अडथळा निर्माण होतो असें सिद्ध केलें. ज्या विशिष्ट परिस्थितीमध्ये एन्झाइम प्रक्रियेला अडथळा निर्माण होतो व ज्या विशिष्ट परिस्थितींत डायपेप्टाइडवर एन्झाइमची प्रक्रिया होत असते, यांचा विचार करतां असें दिसून आलें की एन्झाइममधील कार्बोक्सिल अणुसमुदायामुळे एन्झाइम ज्या पदार्थावर प्रक्रिया होणार असते, त्या पदार्थास जोडला जातो व नंतर एन्झाइमचें कार्य सुरू होतें. एन्झाइम व त्याची ज्यावर प्रक्रिया घडून येते त्या दोहोंतील विशिष्ट अणुसमूहांच्या एकमेकावरील आकर्षणामुळे एन्झाइमचें कार्य घडून येतें.

एन्झाइमच्या जोडीला असलेला को-एन्झाइम हा निसर्गामध्ये निरनिराळ्या वनस्पतींत व प्राण्यांत घडून येणाऱ्या सर्व तऱ्हेच्या रासायनिक क्रिया घडत असतां हजर असतो. त्यामुळे हा को-एन्झाइम शुद्ध स्वरूपांत

मिळवून, त्याच्या रासायनिक गुणधर्मांचा व अणुरचनेचा विचार करणे अगत्याचें ठरलें. को-एन्झाइम शुद्ध स्वरूपांत मिळवण्यामधील मुख्य अडचण म्हणजे त्याचें अत्यल्प प्रमाण ही होय. यीस्टमध्ये असणारा को-एन्झाइम मिळविण्याचा प्रयत्न केल्यास १ किलोग्रॅम यीस्टपासून जास्तीत जास्त २० मिलिग्रॅम म्हणजे मूळ वजनाच्या ५० व्या हिस्स्याएवढें को-एन्झाइम मिळू शकतें. यासाठी यीस्टमधील को-एन्झाइमचें क्रमाक्रमाने शुद्धीकरण करणें जरूर होतें. को-एन्झाइमची शुद्धता जशी वाढत होती तशी एन्झाइमला मदत करण्याची त्याची शक्ति वाढत होती. को-एन्झाइम शुद्ध स्वरूपांत मिळविल्यानंतर ती शक्ति मूळ पदार्थाच्या जवळ जवळ चारशें पट असल्याचें दिसून आलें. को-एन्झाइम शुद्ध स्वरूपांत मिळविल्यानंतर, त्याचे क्षार वनविणें शक्य झालें व पाहिजे त्या वेळेस को-एन्झाइमची निर्मिति करता येऊं लागली. या को-एन्झाइमचें स्वरूप अद्यापि पूर्णपणें माहित नसलें तरी त्यामध्ये शर्करा, प्युरिन व फॉस्फॉरिक अम्ल असल्याचें दिसून येतें; व त्याचें एकंदर रासायनिक स्वरूप अँडिनिलिक अम्लाशी सदृश असावें असा अंदाज आहे.

हार्डेन व युलर शेल्विन यांच्या संशोधनाचे परिणाम

जीवनकार्य सुरळीत चालण्यासाठी फॉस्फेट क्षारांची अत्यंत जरूर असते. वनस्पतींना हवे असलेले फॉस्फेट क्षार त्या जमिनींतून घेत असल्याने, जमिनीचा पोत सुधारण्यासाठी वापरलेल्या खतांमधून फॉस्फेट वापरणें भाग पडतें. केसीनसारख्या प्रथिनामध्ये फॉस्फेट असतात व प्राण्यांच्या अस्थीमध्ये व मूत्रामध्येहि फॉस्फेट सापडतें. यीस्टमध्येही फॉस्फेट असल्याचें दिसून येतें; त्यामुळे यीस्टरसामध्येहि फॉस्फेट असण्याची शक्यता जास्त आहे. शर्करा व फॉस्फेट यांचा संयोग होऊन शर्करेचें फॉस्फॉरिक अम्लावरोवरील एस्टर मिळतें या हार्डेनच्या शोधामुळे प्राण्यांच्या शरीरांत फॉस्फेट क्षारकसे वापरले जात असतील याचा थोडाबहुत अंदाज घेतां येतो.

फॉस्फेटेझ या एन्झाइममुळे एका मोठ्या व्यूहाणूचे भाग पडून निर-
निराळीं अमिनो अॅसिडस् मिळतात. हें जरी खरें असलें तरी फॉस्फेटेझची
क्रिया सुरू होण्याआधी, दुसऱ्या एका एन्झाइमकडून निरनिराळे व्यूहाणु
एकत्र आणून त्यापासून एक मोठा व्यूहाणु बनविण्याचें कार्य होत असतें.
अशा रीतीने निरनिराळे व्यूहाणु—त्यांत फॉस्फॉरिक अम्लाचाहि असतो—
एकत्र आणून एक मोठा व्यूहाणु बनविण्याचें कार्य करणाऱ्या एन्झाइमला
' फॉस्फारिलेझ ' हें नांव दिलें आहे. हें फॉस्फॉरिलेझ् यीस्टमध्ये, प्राण्यांच्या
शरीरांत, वनस्पतींत व कीटाणुमध्ये सुद्धा आढळतें. यांपैकी प्रत्येकांत
असलेल्या फॉस्फॉरिलेझच्या अणुरचनेंत थोडा थोडा फरक असतो.
फॉस्फॉरिलेझच्या अणुरचनेशीं अॅडिनिलिक अॅसिडच्या अणुरचनेचें वरेंच
साम्य असावें असें एकंदर प्रयोगावरून वाटतें.

शर्करेचा प्रथम फॉस्फॉरिक अम्लाशीं संयोग होऊन त्याचें एस्टर
झाल्यानंतर शर्करा आंवण्याचें कार्य सुरू होतें. हा प्रकार थोडासा
आडवळणाचाच म्हटला पाहिजे. पण त्याबरोबर आपण हेंहि ध्यानांत
ठेवलें पाहिजे की, शर्करा शरीरांत कशा वापरल्या जातात हें अजूनहि
सरळ व सोप्या शब्दांत सांगतां येत नाही. मूळ द्रव्यांत असलेलें फॉस्फॉ-
रिक अम्ल आणि एन्झाइम यांचीं बऱ्याच तऱ्हेचीं संयुक्तें झाल्यानंतर
शर्करा रासायनिक प्रक्रियांत भाग घेऊं लागते व नंतर तिचा शरीरांत
वापर होतो. शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्ल यापासून बनलेल्या एस्टरचा
शरीरपोषणासाठी विशेष उपयोग होतो असें आतापर्यंतच्या संशोधना-
वरून समजलें आहे. हेक्झोझ शर्करा व फॉस्फॉरिक अम्ल यापासून
बनविलेलें कॅल्शियम हेक्झोझ फॉस्फेट प्राण्यांत चटकन विरघळतें; व तें
शरीरांत फार लवकर वापरलें जातें. या क्षारामध्ये शरीरास जरूर
असणारीं कॅल्शियम व फॉस्फरस हीं दोन्ही द्रव्यें असल्याने शरीरपोषणाच्या
कार्यां अशा कॅल्शियम हेक्झोझ फॉस्फेटचा फार चांगला उपयोग होतो.

एन्झाइमची क्रिया घडून येण्याकरिता एन्झाइम ज्या पदार्थावर क्रिया घडवून आणतो तो पदार्थ व एन्झाइम एकत्र येऊन त्यांचा एक मोठा व्यूहाणु बनतो व या मोठ्या व्यूहाणूपासून निरनिराळे पदार्थ मिळतात ही युलरने मांडलेली कल्पना आता सर्वमान्य झाली आहे. एन्झाइममधील एखाद्या विशिष्ट अणुसमूहास, ज्या पदार्थावर एन्झाइमची क्रिया घडून येणार त्यांतील एखाद्या अणुसमूहावद्दल आकर्षण असल्याखेरीज मोठे व्यूहाणु तयार होत नाहीत व असे मोठे व्यूहाणु झाल्याखेरीज एन्झाइमची क्रिया घडत नाही. एन्झाइम क्रियेसंबंधीचें हें स्पष्टीकरण डाय्पेप्टाइडच्या बाबतींत सिद्ध झाल्यासारखें आहे. परंतु एन्झाइम एक ठराविकच अणुरचना असलेल्या पदार्थावर परिणाम करू शकतो, याचें कारण काय असावें याचा उलगडा अद्यापिहि झालेला नाही. सध्या आपल्याला एवढेंच माहित आहे की, विशिष्ट अणुरचना असल्यास त्यावर प्रक्रिया घडवून आणतां येईल असा एकच विशिष्ट एन्झाइम असतो. म्हणजे ज्याप्रमाणे कुलपास त्याचीच किल्ली लावल्याखेरीज उघडतां येत नाही, त्यासारखाच प्रकार एन्झाइम व त्यांची ज्यावर क्रिया घडून येते त्या पदार्थांच्या बाबतींत आहे. हृदयाच्या तारा विशिष्ट व्यक्तीकडूनच छेडल्या जातात तसाच प्रकार एन्झाइम व त्यांची ज्यावर क्रिया घडून येते त्यांच्या बाबतींत आहे असें आपल्याला काव्यमय वर्णन करतां येईल.

: १९३० :

हॅन्स फिशर

(१८८१-१९४५)

☆

☆

☆

☆

☆

चरित्र

जर्मनीतील फ्रॅन्कफुर्टजवळील हक्स्ट गावीं हॅन्स फिशरचा जन्म झाला. त्यास रसायनशास्त्र व औषधीशास्त्र या दोहोंत संशोधन करण्याची आवड होती. मारवर्ग

विद्यापीठांत संशोधन करून त्याने रसायनशास्त्रांतील डॉक्टरेट १९०४ सालीं मिळविली, व त्यानंतर औषधीशास्त्रांत संशोधन करून, त्या विषयांतील डॉक्टरेट म्युनिक विद्यापीठाकडून, मिळविली व या दोनही शास्त्रांत सारखेच पारंगत असल्याचें सिद्ध केलें. म्युनिक विद्यापीठांतील औषधीशास्त्रांतील डॉक्टरेट मिळविल्यानंतर त्याने वर्लिनमधील एमिल फिशरच्या प्रयोगशाळेंत संशोधन करण्यास सुरुवात केली. एमिल फिशरच्या मार्गदर्शनाचा आठ वर्षे लाभ घेतल्यानंतर, त्याने इन्सब्रुक विद्यापीठांत, औषधीय रसायनशास्त्राच्या प्राध्यापकाची जागा स्वीकारली. इन्सब्रुकमध्ये फक्त पांचच वर्षे वास्तव्य करून हॅन्स फिशर १९२१ सालीं म्युनिकला परतला व सेन्द्रिय रसायनशास्त्राचा प्राध्यापक या भूमिकेवरून त्याने आपलें संशोधनकार्य चालू ठेवलें. म्युनिक विद्यापीठामध्ये प्राध्यापक-

“ क्लोरोफिल आणि हेमिन पदार्थांची अपुरचना शोधून काढल्याबद्दल व त्यांपैकी हेमिन या पदार्थ प्रयोगशाळेंत प्रायोगिक रीत्या बनवल्याबद्दल नोबेल पारितोषिक ”

संशोधक व शास्त्रीय नियतकालिकांचा संपादक असें त्याचें त्रिविध कार्य शेवटपर्यंत चालू राहिलें.

हॅन्स फिशरने विशेषेंकरून रक्तांतील लाल पेशींसंबंधी संशोधन केलें आहे. त्याने ज्या वेळीं यासंबंधीच्या संशोधनास हात घातला त्या वेळीं वनस्पतींना हिरवा रंग मिळतो त्या क्लोरोफिलविषयीचें संशोधन जवळ जवळ पूर्ण झालें होतें व क्लोरोफिलची अणुरचना बहुतांशाने शास्त्रज्ञांना कळून चुकली होती. रक्तपेशींतील हेमिन व वनस्पतींना हिरवा रंग देणारे क्लोरोफिल यांच्या अणुरचनेचा विचार केल्यास एक गोष्ट चटकन नजरेंत भरते. क्लोरोफिलच्या मोठ्या व्यूहाणूच्या मध्यभागी मॅग्नेशियमचा अणु असतो तर हेमिनच्या मोठ्या व्यूहाणूमध्ये लोहाचा एक अणु असतो. व्यूहाणूतील निरनिराळ्या अणूंना धक्का न पोहोचूं देतां किंवा व्यूहाणूच्या अणुरचनेंत एकंदरींत कोणताहि महत्त्वाचा फरक न न पडूं देतां, क्लोरोफिलमधील मॅग्नेशियमचा अणु किंवा हेमिनमधील लोह अणु काढून घेतां येतात. हेमिनमधील लोह अणु अशा रीतीने काढून घेतल्यास मागे राहणारा पदार्थ पॅरफिरिन हा हेमिन कुजल्यानंतरहि मिळतो, असें जरी त्या वेळीं वाटत होतें तरी हेमिन कुजल्यानंतर मिळणारा पदार्थ व हेमिनमधील लोह अणु काढल्यानंतर मिळणारा पदार्थ हे एकच होत असें ठामपणें सागतां येत नव्हतें.

हेमिनच्या अणुरचनेचें गूढ समजून घेण्याच्या दृष्टीने, फिशरने आपल्या संशोधनकार्याची सुरुवात, रक्त पित्ताशयांत गेल्यानंतर त्यावर पित्ताची क्रिया होऊन जो पदार्थ मिळतो, त्या पदार्थाच्या अभ्यासाने केली. पित्ताशयामध्ये जीं निरनिराळीं सेन्द्रिय द्रव्यें तयार होतात त्यांमध्ये विलिरुबिन या पदार्थाचा समावेश होतो. विलिरुबिन हें जरी रक्तावर म्हणजे पर्यायाने हेमिनवर पित्ताशयांतील द्रव्यांची रासायनिक क्रिया होऊन तयार होत असलें तरी त्याचा रंग लालच असतो. विलिरुबिनच्या व्यूहाणूवर

असेटिक अम्ल व हायड्रोक्लोरिक अम्ल यांची प्रक्रिया केल्यानंतर, विलि-
रुबिनच्या व्यूहाणूंत फरक घडून येऊन एक नवीन अम्ल मिळते. अशा
रीतीने मिळविलेल्या नवीन अम्लाच्या व्यूहाणूतील निम्मा अधिक भाग
हेमिनच्या व्यूहाणूच्या अणुरचनेशीं वराच जुळणारा होता.

संशोधनाची प्रगति येथपर्यंत आल्यानंतर, त्या अम्लाच्या अणु-
रचनेचा अभ्यास करून त्याचा संबंध 'पायरोल' या सेन्द्रिय द्रव्याशीं
जोडण्यांत आला. हें संशोधन होण्याअगोदर, प्राणिज पदार्थ जास्त
उष्णतामानापर्यंत तापवून व तापविल्यावर मिळणारी वाफ थंड करून
शास्त्रज्ञांनी पायरोल हें द्रव्य मिळविलें होतें. प्राणिज पदार्थांपासून
तेलकट व घाणेरडा वास असलेल्या द्रव्यास पायरील असें नांव शास्त्र-
ज्ञांनी दिलें होतें. १९१२ सालापर्यंत संशोधनाने वर वर्णन केलेला पद्धा
गाठला होता. फिशरने यानंतर हेमिनची अणुरचना समजावून घेण्यासाठी
पुढील प्रयोग सुरू केले.

विलिरुबिन व तत्सदृश पदार्थ त्याने प्रयोगशाळेंत करून पाहिले.
हेमिनमध्ये पायरोलचे चार व्यूहाणु असतात हें त्याने नक्की केलें.
पायरोल हा पदार्थ चार कार्बन अणु व एक नैट्रोजन अणु एकमेकांना
जोडून, त्यांची वंदिस्त साखळी झाल्यावर मिळतो. पायरोलच्या व्यूहाणु-
मध्ये, इथाइल, मिथाइल किंवा विहनाइल अशांसारखे अणुसमुदाय घुसवून,
व मूळच्या अणुरचनेचें स्वरूप कायम ठेवूनहि, पायरोलची एकंदरींत
अणुरचना बदलून टाकतां येते. अशा रीतीने पायरोलच्या एकंदरींत
अणुरचनेंत फरक करून व पायरोलच्या चार व्यूहाणूपासून सुरुवात
करून, फिशरने हेमिन तयार करण्याचे प्रयत्न केले. विहनाइल अणुसमु-
दाय पायरोलशीं जोडण्याच्या कामीं त्यास वन्याचशा अडचणी आल्या.
त्या सर्व अडचणींचें निवारण करून त्याने मेसो पॉरफिरिन हें द्रव्य मिळविलें
व अशा रीतीने वन्याचशा प्रयोगांतीं त्याने हेमिनची अणुरचना नक्की केली.

आपण मनांत धरलेली अणुरचना योग्य आहे की नाही हे ठरविण्यासाठी, ज्यांची अणुरचना नक्की माहित आहे, अशा सेन्द्रिय पदार्थांपासून सुरुवात करून, त्याने हेमिन मिळवून दाखविले, व एका अत्यंत गुंतागुंतीच्या अणुरचनेवर प्रकाश पाडला. या त्याच्या महत्त्वाच्या कार्याबद्दल, त्यास नोबेल पारितोषिक देऊन यथोचित गौरव करण्यांत आला.

नोबेल पारितोषिकास पात्र ठरलेले कार्य

रक्तास ज्यामुळे लाल रंग येतो त्या लाल रक्तपेशींवर रासायनिक क्रिया करून, त्यापासून एक रंगद्रव्य व प्रथिने मिळवितां येतात. ज्याला आपण हेमोग्लोबिन म्हणतो त्यापासून रंगद्रव्य व प्रथिने मिळविण्याचा हा प्रयोग टाइक्मन याने प्रथमतः केला. तीव्र अॅसेटिक अम्ल व मीठ यांच्या मिश्रणाची रक्तावर प्रक्रिया करून व ते मिश्रण सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून परीक्षित असतां त्यास ह्या प्रक्रियेचा पत्ता लागला होता. टाइक्मननंतर शॉल्फ्रेजेफ, नेकी, पिलॉटी, विल्स्टॅटर इत्यादि संशोधकांनी टाइक्मनच्या पद्धतींत सुधारणा करून, रक्तापासून हेमिन विपुल प्रमाणांत मिळविण्याची पद्धति वसविली. या पद्धतीचा उपयोग केल्यास पाहिजे तितके हेमिन मिळवितां येऊं लागले. त्याचप्रमाणे, अल्कोहोल व गंधकाम्ल यांच्या मिश्रणाचा हेमिनवर प्रयोग करून, त्याचे एस्टर बनविण्यांत स्वीडनमधील रसायनशास्त्रज्ञ मारनर याने यश मिळविले.

हेमिनची अणुरचना मांडावयाची असल्यास ती सूत्ररूपाने—

का_{३४} हा_{३२} आ_४ नै_४ लो_१ क्लो_२ (C₃₄ H₃₂ O₄ N₄ Fe Cl₂)
अशी मांडतां येते. हेमिनचा इतका मोठा व्यूहाणु किती तरी वेगवेगळ्या तऱ्हेने मांडतां येणें शक्य आहे. हेमिनमध्ये पायरोल असते हे त्या पदार्थाचे नीट विश्लेषण करून नेकी, कॉस्टर, पिलॉटी, विल्स्टॅटर, फिशर आणि त्याचे सहकारी यांनी ठरवले. या प्रयोगामुळे हेमिनची अणुरचना कशी असावी याविषयीचा अंदाज करतां येऊं लागला. हेमिनमधील लोह अणु काढून

टाकल्यावर पॉर्फिरिन हा पदार्थ मिळतो. पॉर्फिरिन या पदार्थाविषयी हाउसमन याने संशोधन करून, त्याचे गुणधर्म नीट ठरवले होते.

निसर्गामध्ये निरनिराळ्या तऱ्हेचीं पॉर्फिरिन द्रव्ये मिळतात. निसर्गात मिळणाऱ्या पॉर्फिरिन द्रव्यांचा हेमिनशी फार जवळचा संबंध आहे अशी कल्पना केल्यास, पॉर्फिरिनची रचना समजल्यावर हेमिनच्या अणुरचनेचा पत्ता लागेल ही गोष्ट त्याच्या पाठोपाठच आली. त्याचप्रमाणे हेमिनवर पित्ताशयांतील निरनिराळ्या द्रव्यांची रासायनिक प्रक्रिया घडून, हेमिनपासून विलिह्विन मिळत असल्याने, विलिह्विन व त्यापासून मिळणाऱ्या पदार्थांच्या अणुरचनेचा अभ्यास केल्यास, हेमिनच्या अणुरचनेवर वराचसा प्रकाश पडेल अशी कल्पना करून, फिशरने पॉर्फिरिन द्रव्यांच्या अणुरचनेचा पद्धतशीर अभ्यास सुरू केला; व त्याचबरोबर प्राण्यांच्या शरीरांतील रक्तांत घडून येणाऱ्या फरकाचा त्याने अभ्यास चालू ठेवला.

माणसाला कधी कधी पॉर्फिरिन युरिया नांवाचा रोग होतो, व त्या वेळीं रोग्याच्या मूत्रांत पॉर्फिरिन द्रव्ये विपुल प्रमाणांत सापडतात. पूर्वी अशी समजूत होती की, रोग्याच्या मूत्रामध्ये फक्त हेमॅटोपॉर्फिरिन मिळते. पण जास्त संशोधनाने, हेमॅटोपॉर्फिरिनच्या जोडीला आणखी दोन पॉर्फिरिन द्रव्यांचा शोध लागला. त्यांना युरोपॉर्फिरिन व कोप्रोपॉर्फिरिन अशीं नांवे देण्यांत आलीं. हीं दोनही द्रव्ये रोग्याच्या मूत्रांत मिळतात व त्यांपैकी कोप्रोपॉर्फिरिन रोग्याच्या विष्ठेत जास्त प्रमाणांत मिळते. या कोप्रोपॉर्फिरिन द्रव्याचा हॅमरस्टेन याने अभ्यास केला होता. दुसरा एक संशोधक व्हान डेनबर्क यास मूळ कोप्रोपॉर्फिरिनहून भिन्न अणुरचना असलेले आणखी एक कोप्रोपॉर्फिरिन मिळाले होते. त्याचप्रमाणे आफ्रिकेतील कांही पक्ष्यांच्या पंखांमध्ये युरोपॉर्फिरिन असल्याचा संशोधकांना शोध लागला होता. पक्ष्यांच्या पंखांत युरोपॉर्फिरिन व ताम्र यांच्या संयोगानें मिळणारें

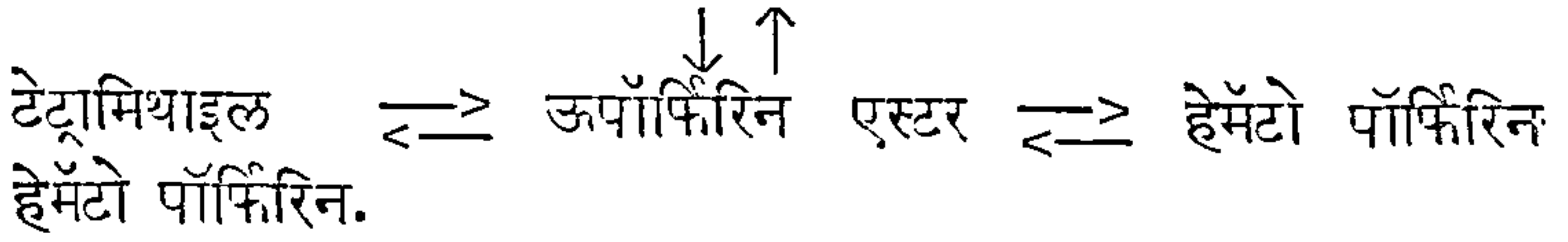
संयुक्त असतें. युरोपोर्फिरिनसारखीच अणुरचना असलेला दुसरा पदार्थ काँचोपोर्फिरिन कांही जातीच्या शंखांत मिळतो. काँचोपोर्फिरिन व कॅल्शियम यांचें संयुक्त हेंच मुख्यत्वेकरून शंखांत असतें. अशा रीतीने निरनिराळीं पारफिरिन द्रव्ये निसर्गांत वेगवेगळ्या स्वरूपांत आढळतात.

कोप्रोपोर्फिरिन जसें मूत्रांत व विष्टेंत मिळतें तसेंच तें आंबवण्याकरिता वापरण्यांत येणाऱ्या यीस्टमध्ये अत्यंत सूक्ष्म प्रमाणांत मिळतें. यीस्ट हा पदार्थ, विशिष्ट परिस्थितींत कुजविण्याकरिता किंवा आंबविण्याकरिता वापरल्यास, कोप्रोपोर्फिरिन जास्त प्रमाणांत मिळूं शकतें. म्हणजे ज्या प्रमाणे पोर्फिरिन-युरिया झालेला मनुष्य विशिष्ट परिस्थितींत कोप्रोपोर्फिरिन तयार करतो व तें त्याच्या मूत्रावाटे शरीरांतून वाहेर पडत असतें, त्या-सारखीच किंवा जवळ जवळ तीच परिस्थिति यीस्टच्या वावतींत कृत्रिम रीत्या निर्माण करतां येते.

पक्ष्यांच्या अंड्यांमध्ये एक वेगळ्याच तऱ्हेचें पोर्फिरिन-त्याला ऊपोर्फिरिन म्हणतात-मिळतें ऊपोर्फिरिनशीं सदृश असलेल्या अणुरचनेचें प्रोटो-पोर्फिरिन हेमिनपासून कॅमरर या संशोधकाने मिळविलें. त्यामुळे ऊपोर्फिरिनला किंवा प्रोटो-पोर्फिरिनला कधी कधी कॅमररचें पोर्फिरिन असें म्हणतात. रक्तांतील हेमिन कुजविण्याची क्रिया जास्त वेळ चालू राहिल्यास त्यापासून ड्युटेरोपोर्फिरिन नांवाचें आणखी एक पोर्फिरिन द्रव्य मिळतें.

ऊपोर्फिरिनच्या व्यूहाणूमध्ये लोहाचा अणु घुसवणें शक्य झाल्यास, त्यापासून हेमिन मिळतें. ऊपोर्फिरिनच्या एस्टरवर हायड्रोजन आयोडाइडची प्रक्रिया केल्यास मेसो पोर्फिरिन मिळतें. यासारख्या इतर रासायनिक क्रियांच्या साहाय्याने ऊपोर्फिरिनच्या एस्टरपासून टेट्रामिथाइल हेमॅटो पोर्फिरिन व हेमॅटोपोर्फिरिन मिळवितां येतें. या सर्व वर्णन केलेल्या रासायनिक क्रिया पुढे दिलेल्या तक्त्यांत दाखवतां येतात.

हेमिन एस्टर



अशा रीतीने हेमिनपासून मिळणाऱ्या निरनिराळ्या पॉर्फिरिन द्रव्यांच्या अणुरचनेचा अभ्यास करून, हेमिनच्या अणुरचनेवर हॅन्स फिशरने पुष्कळच प्रकाश पाडला. या त्याच्या कामगिरीचें महत्त्व जाणून त्यास नोबेल पारितोषिक देऊन त्याचा गौरव करण्यांत आला.

हॅन्स फिशरच्या संशोधनाचे परिणाम

हेमिन आणि क्लोरोफिल यांची अणुरचना बरीचशी एकमेकांसारखी आहे. फिशरने या दोहोंच्या अणुरचनेंतील साम्य दाखवले एवढेंच नव्हे तर हेमिनची प्रयोगशाळेंत निर्मिती केल्यानंतर त्यानें क्लोरोफिलच्या निर्मितीस हात घातला व तें प्रयोगशाळेंत तयार करण्याचा प्रयत्न केला. क्लोरोफिल निर्मितीचें कार्य, त्यास १९४५ सालीं मृत्यु आला, तोपर्यंत जवळ जवळ पुरें झालें होतें. वनस्पतीमध्ये किंवा प्राण्यांच्या शरीरामध्ये क्लोरोफिल किंवा हेमिन यासारखे मोठमोठे व्यूहाणु कसे निर्माण होतात हें अद्यापि गूढ आहे. अॅसेटिक अम्ल व आमोनिया यापासून सुरुवात करून, पॉयरोल द्रव्यें वनविषयामध्ये फिशरने यश मिळविलें होतें. पित्ताशयांतील द्रव्यांची रक्तांतील हेमिनवर प्रक्रिया होऊन त्याचें युरोविलिन व कोप्रोपॉर्फिरिनमध्ये रूपांतर होतें. या रूपांतराचें स्वरूप हेमिनची अणुरचना हॅन्स फिशरने शोधून काढल्यानंतर नीटपणें समजून आलें. फिशरने केलेल्या संशोधनाचा व हेमिनविषयक झालेल्या संशोधनाचा आढावा घेतल्यानंतर एका मोठ्या विषयाच्या संशोधनाची सुरुवात आपण नुकतीच कोठे केली आहे असें वाटतें. बऱ्याचशा प्रयत्नांतीं रक्तांत सापडणाऱ्या हेमिनची प्रयोगशाळेंतील निर्मिती ही जरी

आपल्या दृष्टीने अत्यंत महत्त्वाची असली तरी हेमिन व ग्लोबिन हा प्रथिन पदार्थ यांच्यामधील रासायनिक क्रियेमुळे जे पदार्थ मिळतात त्याविषयीच्या संशोधनाची ती सुरुवात आहे असे म्हणावे लागते; कारण रक्तातील प्रथिन द्रव्य ग्लोबिनपासून जवळ जवळ १३६ अमिनो अम्ले मिळतात. म्हणजे हेमिनच्या अणुरचनेचा पत्ता लागला तरी ग्लोबिनच्या अणुरचनेचे गूढ अद्यापिहि उकलले नाही. रक्तातील लाल पेशींमध्ये हेमिन, ग्लोबिन याशिवाय शर्करा, स्निग्ध पदार्थ व कोलेस्टेरिन ही इतर द्रव्ये असतात. ज्याला आपण हेमोग्लोबिन म्हणतो त्याच्या व्यूहाणूचा फारच थोडा भाग हेमिनने व्यापलेला आहे. फिशरच्या संशोधनाने फक्त हेमिनच्या अणुरचनेची कल्पना आली असल्याने हेमोग्लोबिनच्या अणुरचनेची आपल्याला अद्यापिहि कल्पना आली नाही व ते गूढ केव्हा तरी उकलेल अशी आशा करित राहणे आपल्यास भाग आहे.



REFBK-0013184

