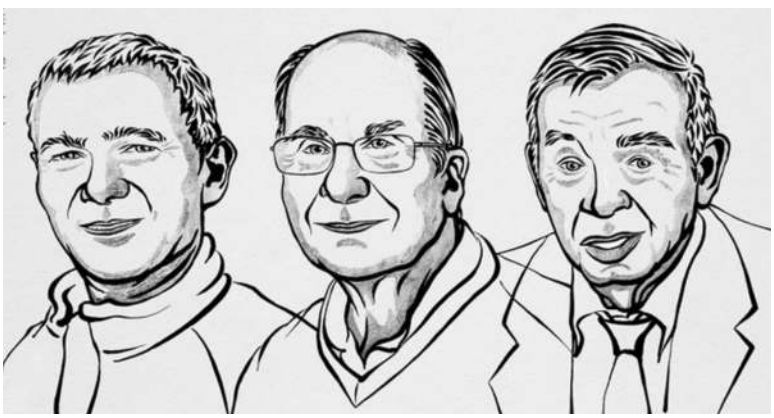
रसायनशास्त्र

या वर्षीचे रसायनशास्त्रातील नोबेल प्राईझ तीन अमेरिकन शास्त्रज्ञांना जाहीर झालंय. मानकरी आहेत:– मॉउंगी बावेंडी (मॅसाच्युसेट्स इन्स्टिट्यूट ऑफ टेक्नॉलॉजी), लुईस ब्रूस (इमिरेट्स प्रोफेसर, कोलंबिया युनिव्हर्सिटी) आणि अलेक्झाय एकिमोव्ह (नॅनोक्रिस्टल टेक्नॉलॉजी, न्यूयॉर्क). त्यांनी क्वांटम डॉटस् संबंधी संशोधन केले आहे. क्वांटम डॉटस् म्हणजे पूंजीय बिंदू. हे महासूक्ष्म कण प्रत्यक्षात अर्धसंवाहक (सेमीकंडक्टर) असतात, मात्र त्याचे स्वरूप नॅनोकणांप्रमाणे सूक्ष्म स्फटिकरूप असते. नॅनोकणांना आता मराठी मध्ये अब्जांश कण असा शब्द रूढ होत चाललाय. एक मीटर लांबीचे एक अब्ज भाग पाडले की त्याच्या भागाला नॅनोमीटर म्हणतात. (एक नॅनोमीटर म्हणजे १० चा उणे ९ घातांक). अब्जांश तंत्रज्ञानाच्या क्षेत्रात सामान्यत: १ ते १०० नॅनोमीटर कणांचे महत्व आता वाढत आहे. अशा प्रकारच्या महासूक्ष्म कणांना पुंजीय भौतिकीशास्त्राचे नियम लागू पडतात. एखाद्या अणूच्या किंवा रेणूच्या गुणधर्माचा डोलारा त्याच्या आकारावर अवलंबून असतो. या शिवाय त्याच्यात इलेक्ट्रॉन्स किती आहेत; त्या इलेक्ट्रॉन्सची रचना कशी झाली आहे, यावर त्याचे गुणधर्म ठरतात. अणूमधील इलेक्ट्रॉन्स निश्चित अंतरावर असतात. ते जेव्हा ऊर्जा–भारित (एनर्जाईज्ड) होतात त्याक्षणी ते अणू पासून क्षणभर काहीसे दूर जातात. पूर्ववत येताना ते प्रकाशरूपी ऊर्जा मुक्त करतात.



काचेला रंग अब्जांश कणांमुळे

अलेक्झाय एकिमोव्ह यांचा जन्म (१९४५) रशियात झाला होता. ते सुरवातीला १९८१मध्ये रशियातील वाव्हिलोव्ह स्टेट ऑप्टिकल इन्स्टिट्यूट मध्ये संशोधन करीत होते. सॉलिड स्टेट केमिस्ट्री (घनमाध्यमामधील रसायनशास्त्र) हा त्यांच्या संशोधनाचा विषय होता. त्यावेळी त्यांनी कॉपर क्लोराईडचे नॅनोकण तयार केले होते.

कॉपर क्लोराईडच्या नॅनोकणांचे निरीक्षण काचपात्रांमध्ये करत असताना एकिमोव्ह यांना एक आश्चर्यकारक गोष्ट लक्षात आली. ती म्हणजे आकारमानानुसार नॅनोकण त्यांचा रंग बदलतात. अर्थात हा ''क्वान्टम इफेक्ट'' असल्याचे त्यांच्या लक्षात आले. तेव्हापासून क्वान्टम डॉट्स हा शब्द विज्ञानामध्ये जास्त प्रमाणात दिसू लागला. विविध रंगांच्या काचा तयार करताना त्यात कॅडमियम, चांदी, सोनं यांची ऑक्साइड्स किंवा अन्य संयुगे मिसळल्यावर विशिष्ट तापमानात विशिष्ट पद्धतीने त्या थंड करत आणल्यावर काचा रंगीत होतात.काचांच्या रंगां संबंधीचे संशोधन एकिमोव्ह यांनी केले होते. कॉपर क्लोराईड मिसळलेल्या काचेची जडणघडण वेगवेगळ्या

तापमानात केल्यावर काचेचा निळा रंग वेगवेगळ्या छटा दाखवतो, असे दिसून आले. सखोल संशोधन केल्यावर कॉपर क्लोराईडच्या अब्जांश कणांच्या आकारावर काचेचा रंग अवलंबून असतो, असे निष्कर्ष आले. कारण पदार्थाच्या प्रकाशीय गुणधर्माचा संबंध थेट त्याच्या कणांच्या आकारावर ठरतो. प्रस्तुतच्या प्रयोगांमध्ये कॉपर क्लोराईडच्या अब्जांश कणांचा आकार सुमारे २ ते ३० नॅनोमीटर होता. काचेतील कॉपर क्लोराइडच्या स्फटिकांचा आकार मोठा असेल तर जास्त लांबीच्या प्रकाश लहरींचे शोषण होईल. त्यावरून काचेचा रंग ठरेल. अर्थातच विविध धातूंच्या सूक्ष्मस्फटिकांच्या आकारमानानुसार वेगवेगळे रंग काचेला प्राप्त होतील. कारण अब्जांश कण पुंजभौतिकीशास्त्राच्या नियमानुसार नेहमी अनपेक्षित कायिक आणि रासायनिक गुणधर्म प्रकट करतात, हे एकिमोव्ह जाणून होते.

लुईस ब्रुस ब्रेल प्रयोगशाळेत कॅडमियम सल्फाइड या संयुगाचा वापर करून सौर ऊर्जेचे संशोधन करीत होते. हे संयुग सूर्यप्रकाशाची ऊर्जा ग्रहण करून काही रासायनिक प्रक्रियांमधून जात होते. त्यासाठी या संयुगाची भुकटी अत्यंत बारीक कणांची असावी असे त्यांना वाटले. ब्रुस यांनी कॅडमियम सल्फाईडचे कोलायडल द्रावण तयार केले. अशा प्रकारच्या द्रावणात एखाद्या पदार्थाचे अनेक अणू किंवा रेणू एकत्रित आलेले असतात. यामुळे द्रावणात प्रत्यक्षात अब्जांश कण तयार झाले होते. त्यांचा आकार ४.५ ते १२.५ नॅनोमीटर होता. ज्या कणांची लांबी ४.५ नॅनोमीटर होती ते कण कमी तरंग लांबीच्या प्रकाशाचे शोषण करीत होते. कॅडमियम सल्फाईडच्या १२.५ नॅनोमीटर आकाराच्या कणांचे गुणधर्म बदलले नव्हते. याचा अर्थ द्रावणातील पदार्थांचे प्रकाशीय गुणधर्म अब्जांश कणांच्या आकारमानानुसार बदलत होते. लुईस ब्रुस यांनी त्यांचे निरीक्षण १९८३मध्ये शोधनिबंध मार्फत प्रकशित केले. माऊंगी बावेंडी यांनी विविध पदार्थांच्या वेगवेगळ्या आकाराचे अब्जांश कण सोप्या पद्धतीने तयार करण्याची यशस्वी प्रयत्न केले. गुरु आणि शिष्य यांना एकाच वर्षी नोबेल पारितोषिक मिळण्याचे योग्य क्वचित येतात. या वर्षी तसेच झाले आहे. माँऊंगी बावेडी यांचा जन्म (१९६१) फ्रांस मध्ये झाला. ते सुरवातीला प्रो. ब्रुस यांच्या प्रयोगशाळेत पोस्ट डॉक्टोरल फेलो म्हणून संशोधन करीत होते.

एखाद्या अणूच्या किंवा रेणूच्या गुणधर्माचा डोलारा त्याचा आकारावर अवलंबून असतो. त्याच्यात इलेक्ट्रॉन्स किती आहेत; त्या इलेक्ट्रॉन्सची रचना कशी झाली आहे, यावर त्याचे गुणधर्म ठरतात. विशिष्ट मूलद्रव्यानी घडलेला पदार्थ जेव्हा अतिसूक्ष्म होत जातो, तेव्हा त्याचे गुणधर्म आपण चक्रावून जाऊ इतके बदलतात. पिवळे चमकदार असणारे सोने जांभळट लालसर रंग धारण करेल. सोन्याचे रासायनिक, प्रकाशीय, इलेक्ट्रॉनिक गुणधर्म बदलतील. पण सोन्याच्या नॅनोकणांचे अनेक क्षेत्रात उपयोग होतील. एलईडी लॅम्प, मोबाईल, टीव्ही याच्या स्क्रीनवर जे रंगीत चित्र, मजकूर आपण पाहतो, वाचतो ते स्पष्ट दिसण्यामागे नॅनोकणांची किमया असते. भावीकाळात क्वांटम डॉट्समुळे सूक्ष्म सेन्सर्स (संवेदक), सौर पॅनल, औषधे, वैद्यकीय चिकित्सा करणारी यंत्रे तयार होतील, सर्जन जेव्हा ट्युमरचे ऑपरेशन करतात तेव्हा त्यांना ते अधिक सुलभतेने करता येईल. याचा उपयोग क्वांटम क्रिप्टोग्राफी साठी होईल. सायबर सुरक्षेसाठी त्याचा उपयोग होईल. कारण यात फोटॉनचा समावेश असल्याने कोणताही संदेश ''हॅक'' होणार नाही. ही सगळी क्वांटम डॉट्सची किमया आहे!

◆

डॉ. अनिल लचके
मोबा. ७०३८४११८७१