खंड १, अंक १, जनवरी–२०२६
ई–विज्ञानम
मासिक विज्ञान पत्रिका

Vol. 1, Issue 1, January-2026
e-vigyanam
Monthly Science Journal

विशेष आलेख (FEATURED ARTICLE)

DOI: 10.66346/ev.v1i1.2026.2

# प्रकाश का आण्विक प्रकीर्णन
## (नोबेल लेक्चर, ११ दिसंबर १९३०)
## रामन प्रभाव: रामन के शब्दों में

देवेंद्र नाथ त्रिपाठी
नेशनल पी० जी० कालेज बड़हलगंज गोरखपुर
लेखक से संवाद के लिए ईमेल*- dntripathi.gkp@gmail.com

आलेख प्राप्त: ०३ फरवरी २०२६; अंतिम संशोधन: १८ फरवरी २०२६; स्वीकृत: १८ फरवरी २०२६
प्रथम ऑनलाइन प्रकाशित: १६ मार्च २०२६

**सारांश**

अपने व्याख्यान में प्रो० रामन ने बताया कि जब एकवर्णी प्रकाश किसी पारदर्शी माध्यम से गुजरता है तो प्रकीर्णित प्रकाश का एक हिस्सा अपनी तरंगदैर्ध्य बदल लेता है। यह परिवर्तन पदार्थ की आंतरिक आण्विक संरचना और कम्पन अवस्थाओं से सम्बन्धित होता है। प्रकाश का प्रकीर्णन केवल प्रकाश की प्रकृति पर नहीं बल्कि उस पदार्थ की प्रकृति पर भी निर्भर करता है जिससे वह गुजरता है। उन्होंने यह भी बताया कि प्रकाश के प्रकीर्णन के दौरान ऊर्जा में परिवर्तन (फोटान और परमाणुओं की अंतः क्रिया) के कारण रंग में बदलाव देखा गया। यह खोज भौतिकी में नये क्वाण्टम सिद्धान्तों के लिए महत्वपूर्ण थी। रमन प्रभाव ने पदार्थ की संरचना के अध्ययन के लिए एक शक्तिशाली तकनीक प्रदान की जो भौतिकी, रसयन विज्ञान और पदार्थ विज्ञान में अत्यंत उपयोगी सिद्ध हुई। इसी खोज के लिए सी वी रामन को १९३० में भौतिकी का नोबेल पुरस्कार दिया गया।

**सूचक शब्द** - प्रकीर्णन, एक्स-किरण, आण्विक, काम्प्टन प्रभाव, विध्रुवीकरण, स्पेक्ट्रोस्कोपीय

खंड १, अंक १, जनवरी–२०२६
ई–विज्ञानम
मासिक विज्ञान पत्रिका

Vol. 1, Issue 1, January-2026
e-vigyanam
Monthly Science Journal

विशेष आलेख (FEATURED ARTICLE)

DOI: 10.66346/ev.v1i1.2026.2

# Molecular Scattering of Light

## (Nobel Lecture, December 11, 1930)

## The Raman Effect: In the Words of Raman

Devendra Nath Tripathi
National P.G. College, Barhalganj, Gorakhpur
Corresponding Author Email*: dntripathi.gkp@gmail.com

Received on: 03 February 2026; Final Revision: 18 February 2026; Accepted: 18 February 2026
Published Online First on: 16 March 2026

**ABSTRACT**

In his lecture, **C. V. Raman** explained that when monochromatic light passes through a transparent medium, a portion of the scattered light undergoes a change in wavelength. This change is related to the internal molecular structure and vibrational states of the substance. The scattering of light depends not only on the nature of light itself but also on the properties of the material through which it passes. He further described that during the scattering process, changes in energy-resulting from interactions between photons and atoms-lead to observable shifts in colour. This discovery played a significant role in the development of modern quantum theories. The Raman effect provided a powerful technique for studying the structure of matter and proved highly valuable in physics, chemistry, and materials science. For this groundbreaking discovery, C. V. Raman was awarded the Nobel Prize in Physics in 1930.

**Keywords:** Scattering, X-rays, Molecular structure, Compton effect, Polarization, Spectroscopy

## लेखक परिचय

### देवेंद्र नाथ त्रिपाठी

डॉ. डी० एन० त्रिपाठी का जन्म सिद्धार्थनगर जनपद के बांसी तहसील में ०१.०२.१९५६ को जन्म हुआ। डॉ. त्रिपाठी की उच्च शिक्षा गोरखपुर विश्वविद्यालय में पूर्ण हुई। वर्ष १९७७ में एम०एस०सी० (भौतिकी) व वर्ष १९८१ में पीएच. डी. उपाधि प्राप्त की। शोध कार्य के लिए CSIR की जूनियर व सीनियर रिसर्च फेलोशिप प्राप्त की। १६ जुलाई १९८१ से बुद्ध स्नातकोत्तर महाविद्यालय कुशीनगर में असिस्टैन्ट प्रोफेसर के रूप में कार्य प्रारम्भ। १६ जुलाई १९९४ से एसोसिएट प्रोफेसर के रूप में नियुक्त हुए । १३ दिसम्बर २००५ तक यहां सेवा करने के पश्चात् डी० ए० वी० पी० जी० कालेज गोरखपुर में स्थानान्तरित हुए। उ०प्र० उच्चतर शिक्षा सेवा आयोग से चयनित होकर नेशनल पी. जी. कालेज बड़हलगंज गोरखपुर में अक्टूबर २०१० से प्राचार्य एवं प्रोफेसर के पद पर सेवा प्रदान किया एवं ३० जून २०१८ को सेवानिवृत्त हुए। अपने सेवा के प्रारंभिक वर्षों में विश्वविद्यालय अनुदान अयोग द्वारा अनुदानित चार शोध परियोजनाएं पूर्ण की। विजिटिंग एसोसिएट (यू० जी. सी० द्वारा अनुदानित) के रूप में तीन वर्षों तक विभिन्न विश्वविद्यालय/संस्थानों में शोध सम्बन्धी कार्य किया। कुल ८ शोध पत्र विभिन्न अन्तरराष्ट्रीय ख्याति प्राप्त जर्नल्स में प्रकाशित है। भौतिकी के सभी शाखाओं पर लिखित लगभग २५ पुस्तकें प्रकाशित की है। अनेक राष्ट्रीय व अंतर्राष्ट्रीय संगोष्ठीयों में सहभागिता किया है। आपने हिंदी भाषा में विज्ञान लेखन एवं अध्ययन को बढ़ावा देने के लिए उत्कृष्ट कार्य किया है ।

## समुद्र का रंग

विज्ञान के इतिहास में हम प्रायः पाते हैं, कि किसी प्राकृतिक घटना के अध्ययन से ज्ञान की किसी नई शाखा का सूत्रपात होता है। इसका ज्वलंत उदाहरण मिलता है, आकाश के रंग में जिसने अनेक विद्वानों को प्रकाशीय अन्वेषण की प्रेरणा प्रदान की और लार्ड रैले ने प्रस्तुत की उसकी व्याख्या, जिसकी बाद में प्रेक्षणों में पुष्टि हुई। इस भाषण के विषय का आरम्भ यहीं से होता है। आकाश के रंग से भी आकर्षक है पानी का रंग, यद्यपि सब लोग उससे इतने परिचित नहीं हैं, जितने आकाश के रंग से। १९२१ के ग्रीष्म में यूरोप की यात्रा ने मुझे भूमध्यसागर के जल के विलक्षण दूधियापन ने विचित्र नीले रंग के अवलोकन का प्रथम अवसर प्रदान किया। मुझे यह असंभव प्रतीत नहीं हुआ कि जल के इस नीले दूधियापन का कारण जल के अणुओ द्वारा सूर्य के प्रकाश का प्रकीर्णन हो। अपनी व्याख्या के परीक्षण के लिए यह वांछनीय था कि द्रवों में प्रकाश के विसरण के नियमों की खोज की जाय। अतः सितम्बर १९२१ में कलकत्ता वापस आने के तुरन्त बाद इस सम्बन्ध में अनुसंधान आरम्भ कर दिये गये। शीघ्र ही यह स्पष्ट हो गया कि इस विषय का प्रसार, उस उद्देश्य विशेष से जिससे प्रयोग आरम्भ किये गये थे कहीं अधिक है; वह कहीं अधिक महत्वपूर्ण है और उसमें शोध करने के असीमित अवसर हैं। हमें यह विश्वास होने लगा कि प्रकाश प्रकीर्णन का अध्ययन हमें भौतिकी और रसायन शास्त्र के गूढ़तम रहस्यों तक ले जा सकता है। और उसके बाद हमारे इसी विश्वास ने इस विषय को हमारे शोध का मुख्य ध्येय बना दिया।

## उतार चढ़ाव का सिद्धांत: थ्योरी ऑफ़ फ्लक्चुएशन्स

कुछ महीनों के शोध कार्य के पश्चात यह स्पष्ट हो गया कि आण्विक प्रकीर्णन एक सामान्य घटना है जिसका अध्ययन केवल गैसों और वाष्पों में ही नहीं अपितु द्रवों, मणिभों और अमणिभीय पदार्थो में भी किया जा सकता है। यह एक ऐसा प्रभाव है जो मुख्य रूप से माध्यम में होने वाली आण्विक अव्यवस्था और परिणामस्वरूप उसके प्रकाशीय घनत्व में होने वाले उतार-चढ़ाव से उत्पन्न होता है। अमणिभीय ठोसों को छोड़कर इस प्रकार की आण्विक अव्यवस्था का श्रेय कदाचित ऊष्मीय प्रक्षोभ को दिया जा सकता है और प्रयोग इस दृष्टिकोण का समर्थन करते हुए प्रतीत होते हैं। यह तथ्य कि अणु प्रकाशीय रूप से विषमदैशिक होते हैं और द्रवों में मुक्त रूप से अभिविन्यासित हो सकते हैं, एक अतिरिक्त प्रकार के प्रकीर्णन को जन्म देता पाया गया। लगभग विध्रुवित होने के फलस्वरूप घनत्व के उतार चढ़ाव के कारण उत्पन्न प्रकीर्णन से यह एकदम भिन्न था। घनत्व के उतार चढ़ाव के कारण उत्पन्न प्रकीर्णन अनुप्रस्थ दिशा में पूर्ण रूप से ध्रुवित होता है। इस सम्पूर्ण विषय पर बहुत बारीकी से अध्ययन किया गया और उनके परिणाम फरवरी १९२२ में कलकत्ता विश्वविद्यालय प्रेस से प्रकाशित एक निबंध में प्रस्तुत किये गये। इस बारे में जो विभिन्न समस्यायें सामने आई, उनको हल करने मे मेरे योग्य सहयोगियों ने बहुत सहायता की। यहां उन विभिन्न खोजों में से कुछ का जो १९२२ से १९२७ तक कलकत्ता स्थित प्रयोगशाला में की गई संक्षिप्त विवरण देना युक्ति संगत होगा। **रामनाथन** ने विभिन्न तापों और दाबों पर द्रवों में प्रकाश के प्रकीर्णन का अध्ययन किया। उन अध्ययनों के परिणामों से उतार चढ़ाव के सिद्धान्तों को समर्थन प्राप्त हुआ। उनके निष्कर्षों ने उन महत्वपूर्ण परिवर्तनों को भी दर्शाया जो वाष्पों और द्रवों के ध्रुवण में ताप के घटने बढ़ने के साथ होते हैं। **कामेश्वर राव** ने द्रव मिश्रणों पर अध्ययन किया और इस प्रकार की प्रणालियों मे घनत्व संरचना और आण्विक विन्यास में होने वाली समकालिक उतार चढ़ाव की उपस्थिति के बारे में प्रकाशीय प्रमाण प्रस्तुत किया। **श्रीवास्तव** ने मणिभों में प्रकाश प्रकीर्णन में ताप के फलस्वरूप घनत्व के घटने बढ़ने के और ताप वृद्धि के साथ उसमें आने वाली वृद्धि के संदर्भ में अध्ययन किया। **रामदास** ने द्रवों की सतह पर तापीय प्रक्षोभ के फलस्वरूप उत्पन्न प्रकाशीय प्रकीर्णन का अध्ययन किया पृष्ठ तनाव और पृष्ठ दुग्धिलता के बीच सम्बन्ध स्थापित किया। उन्होंने क्रान्तिक ताप पर पृष्ठ दुग्धिलता से आयतन दुग्धिलता में परिवर्तन का भी पता लगाया। **सोगानी** ने द्रवों में एक्स किरणों के विवर्तन का अध्ययन किया जिससे उन्हें उनके प्रकाशीय व्यवहार से सम्बद्ध किया जा सके और उतार चढ़ाव सिद्धांत के एक्स किरण विवर्तन में उपयोग किये जाने की सम्भावना का पता लगाया जा सके।

## अणुओं की विषमदैशिकता

जैसा कि पहले बताया जा चुका है कि द्रवों से प्रकीर्णित प्रकाश की ध्रुवण अवस्था अणुओं की प्रकाशीय विषयदैशिकता से सम्बन्धित है। कलकत्ता की प्रयोगशाला में १९२२ से १९२७ तक की अवधि में किये गये अधिकांश प्रयोगों का उद्देश्य इस गुण से सम्बद्ध जानकारी प्राप्त करना और उसे विभिन्न प्रकाशीय घटनाओं से सम्बद्ध करना था। **कृष्णन** ने अनेक द्रवों का अध्ययन किया और अपने निष्कर्षों में स्पष्ट रूप से यह दर्शाया कि अणुओं की प्रकाशीय विषमदैयिकता उनकी रासायनिक संरचना पर निर्भर होती है। **रामकृष्ण राव** ने बहुत सी गैसों और वाष्पों में प्रकाशीय प्रकीर्णन के विध्रुवण का अध्ययन किया और इस विषय के विकास के लिए महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त की। **वेकटेश्वरन** ने जलीय घोलों में प्रकाशीय प्रकीर्णन का अध्ययन किया और उन पर विद्युत अपघटनी वियोजन का प्रभाव देखा। विभिन्न तापों पर उच्च ध्रुवीय पदार्थो की जांच की। अध्ययनों में उन्होंने द्रवों में प्रकीर्णित प्रकाश का आण्विक आकार और आण्विक संगुणन के प्रभाव की खोज की। द्रवों पर किये गये अध्ययनों के अवलोकनों की व्याख्या का सम्बन्ध सघन माध्यमों में प्रकाश प्रकीर्णन के आण्विक सिद्धान्त के विकास से है। इस बारे में मैंने **रामनाथन** और **कृष्णन** ने अध्ययन किया है। एक संशोधित दुग्धिलता सिद्धान्त विकसित किया गया जो आइंस्टीन के सिद्धान्त से भिन्न था। लेकिन वह अवलोकित तथ्यों के अधिक निकट था। कृष्णन और मैंने इस बारे में अनेक शोध निष्कर्ष प्रकाशित किया और देखा कि प्रकाश प्रकीर्णन से प्राप्त अणुओं की प्रकाशीय विषमदैयिकता तरलों के परावैद्युत और प्रकाशीय गुणों को तथा उनके द्वारा प्रदर्शित किये जाने वाले वैद्युत चुम्बकीय और यांत्रिक द्विअपवर्तन की किस प्रकार व्याख्या करती है। इन निष्कर्षों ने तरलों में अवलोकित विषमदैशिकता तथा ठोस पदार्थो द्वारा मणिभीय अवस्था में प्रदर्शित प्रकाशीय वैद्युत और चुंबकीय विषमदैशिकता के बीच सम्बन्ध स्थापित कर दिया है।

## एक नई घटना

उपर्युक्त निष्कर्ष मुख्य रूप से प्रकाश के चिरसम्मत विद्युत चुम्बकीय सिद्धान्त द्वारा समर्थित है। इस सिद्धान्त का उपयोग प्रकाश प्रकीर्णन की उन समस्याओं से सम्बद्ध है जिनका सम्बन्ध रैले और आइंस्टीन से है। इसके बाद भी प्रकीर्णन में प्रकाश की कणिका प्रकृति के योग की सम्भावना को नजरअंदाज नहीं किया गया। वास्तव में इस तथ्य पर फरवरी १९२२ के निबन्ध में विस्तार से विचार किया गया था। यह निबन्ध काम्प्टन की एक्स किरण प्रकीर्णन की जगत प्रसिद्ध खोजों से कम से कम एक वर्ष पूर्व प्रकाशित हो चुका था। यद्यपि हमारे प्रयोग मोटे तौर से प्रकाश के विद्युत चुम्बकीय सिद्धान्त का समर्थन करते हुए प्रतीत होते हैं पर खोज की आरंभिक अवस्था में ही एक ऐसी परिघटना के, जो इस चिर सम्मत सिद्धान्त की सीमा से बाहर है, प्रमाण मिल गये थे। पारदर्शी तरलों में प्रकाश का प्रकीर्णन अत्यन्त क्षीण होता है। वास्तव में यह अविरल माध्यम में आमतौर से अवलोकित टिन्डल प्रभाव से कहीं अधिक क्षीण होता है। प्रयोगों में यह पाया गया कि रैले आइंस्टीन प्रकार के आण्विक प्रकीर्णन से सम्बद्ध एक और पर क्षीणतर किस्म का द्वितीयक विकिरण होता है जिसकी तीव्रता चिरसम्मत प्रकीर्णन से कई सौ गुना कम होती है, और वह उस प्रकीर्णन से इस बात में भिन्न होता है कि उसका तरंग दैर्ध्य उतना नहीं होता जितना प्राथमिक अथवा आपतित विकिरण का। इस घटना का सर्वप्रथम अवलोकन अप्रैल १९२३ में **रामनाथन** ने किया। उन्होंने इसका अवलोकन उस समय किया जब वे यह समझने का प्रयास कर रहे थे कि कुछ द्रवों (जल, ईथर, मेथिल और एथिल एल्कोहल) में प्रकीर्णित प्रकाश का विध्रुविकरण आपतित विकिरण के तरंग दैर्ध्य के साथ क्यों बदलता है। **रामनाथन** ने पाया कि द्रव के रासायनिक रूप से अत्यधिक शोधन और निर्वात में मंद आसवन करने के बाद नये विकिरण की तीव्रता यथावत् बनी रहती है। इससे प्रमाणित होता है कि यह अध्ययन किये गये पदार्थ का स्वाभाविक गुण है। यह किसी प्रतिदीप्त अपद्रव्य के कारण उत्पन्न नहीं होता। **कृष्णन** ने १९२४ में अन्य अनेक द्रवों में इस प्रकार के प्रभाव को अध्ययन किया। साथ ही स्वयं मैंने बर्फ और प्रकाशीय कांच में कुछ इसी प्रकार के संदेहास्पद गुण को स्वयं देखा

## काम्प्टन प्रभाव का प्रकाशीय अनुरूप

यह स्वाभाविक था कि भ्रमकारी घटनाएं हमें आकर्षित करतीं और हम इसके पैदा होने के कारणों का अध्ययन करते। १९२५ की गर्मियों में **वेंकटेश्वरन** ने रंगीन स्क्रीनों में से छनकर आने वाले सूर्य के प्रकाश का उपयोग करके द्रवों में से प्रकीर्णित प्रकाश के वर्णक्रम का फोटोग्राफ लेकर इस घटना के उद्गम का अध्ययन करने का प्रयास किया। परन्तु उन्हें कोई उत्साहजनक परिणाम नहीं मिला। रामकृष्ण राव ने १९२६ और १९२७ में प्रकीर्णित प्रकाश के विध्रुवीकरण के अपने अध्ययनों के दौरान गैसों और वाष्पों में इसी प्रकार की घटना का अवलोकन करने का प्रयत्न किया। पर उन्हें भी सफलता नहीं मिली। बाद में कृष्णन ने इस समस्या पर शोध करना आरम्भ किया। उनके अध्ययन चल ही रहे थे कि एक भिन्न स्रोत से उक्त परिघटना की वास्तविक प्रकृति का प्रथम आभास मिला। इस समय एक समस्या जिसने हमारा ध्यान आकर्षित किया वह थी उच्च श्यानता के कार्बनिक द्रवों में जो कांचीय अवस्था में बदल सकते थे, प्रकाश प्रकीर्णन का तरीका। **वेंकटेश्वरन** ने इस समस्या पर शोध किया था और पाया था कि अत्यन्त शुद्ध ग्लिसरीन में प्रकीर्णित होने वाले सूर्य के प्रकाश का रंग नीले की बजाय चटकीला हरा था। यह परिघटना उसी किस्म की प्रतीत होती थी जैसी **रामनाथन** ने पानी और एल्कोहलों में पायी थी परन्तु इसकी तीव्रता कहीं अधिक थी और इसलिए इसका आसानी से अध्ययन किया जा सकता था। इस शोध को आगे बढ़ाने में समय बिल्कुल नष्ट नहीं किया गया। परीक्षण फिल्टरों के साथ जो सौर वर्णक्रम के थोड़े से भाग को पारित करते थे किये गये। क्रम से आपतित प्रकाश के मार्ग में रख कर कई परिक्षण किये गए। इन परीक्षणों में पाया गया कि प्रत्येक बार प्रकीर्णित प्रकाश का रंग आपतित प्रकाश से भिन्न होता है, और वह लाल रंग की ओर विस्थापित हो जाता है। विकिरणें बहुत ध्रुवित भी थीं। इन तथ्यों से इस परिघटना के आनुभविक (इम्पीरिकल) गुणों और काम्प्टन प्रभाव के बीच एक स्पष्ट अनुरूपता झलकती थी। काम्प्टन के शोध कार्यों से यह स्पष्ट हो गया था कि प्रकीर्णन के दौरान विकिरण की तरंगदैर्ध्य घट जाती है। ग्लिसरीन पर किये गये प्रयोगों से प्राप्त परिणामों ने मेरे मस्तिष्क में यह विचार उत्पन्न किया कि वह परिघटना जिसने १९२३ से ही हमें उलझाया हुआ था वास्तव में काम्प्टन प्रभाव का अनुरूप ही है। इस विचार ने हमें अन्य पदार्थों के साथ प्रयोग करने के लिये प्रेरित किया।

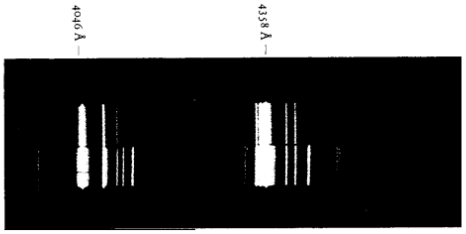
इस नई परिघटना के अध्ययन में अब तक सबसे बड़ी रुकावट हमारे सामने आ रही थी वह थी उसकी अत्यधिक क्षीणता। वह इतनी क्षीण थी कि उसका अवलोकन बहुत कठिन हो पाता था। इस कठिनाई का समाधान किया गया ७ इंची अपवर्तन दूरदर्शी के साथ कम फोकस लम्बाई वाले लेंस का उपयोग करके। इससे सौर प्रकाश को एक अत्यन्त तीव्र किरण के रूप में फोकसित किया जा सकता था। इस प्रकार की व्यवस्था से तथा आपतित और प्रकीर्णित किरण पुंजों के मार्ग में पूरक प्रकाश फिल्टरों का उपयोग करके जिससे संशोधित विकिरणों को अलग किया जा सके, रामनाथन ने १९२३ में पाया कि इस परिघटना को बहुत से द्रवों में आसानी से देखा जा सकता है और अनेक बार ये प्रकीर्णन

अत्यधिक ध्रुवित होते है। **कृष्णन** जिन्होंने इन अध्ययनों में मेरी बहुत सहायता की थी, ने इसी समय पाया कि प्रकाश प्रकीर्णन की इस परिघटना को अनेक कार्बनिक पदार्थो की वाष्पों में भी देखा जा सकता है। वे उनसे उत्पन्न होने वाली संशोधित विकिरणो की ध्रुवण अवस्था को भी मापने में सफल हो गये। संपीडित गैसे जैसे $CO_2$, $NO_2$ मणिभीय बर्फ और प्रकाशीय कांच भी संशोधित विकिरण प्रदर्शित करते पाये गये। इन अवलोकनों ने इस बारे में किंचित संदेह भी नहीं छोड़ा कि संशोधित विकिरण उत्पन्न होने की परिघटना वास्तव में काम्पटन प्रभाव के प्रकाश प्रकीर्णन के अनुरूप है।

## नये प्रभाव के स्पेक्ट्रोस्कोपीय गुण

सात इंची अपवर्तन दूरदर्शी की अत्यधिक शक्तिशाली प्रदीप्ति के फलस्वरूप उस प्रकीर्णित प्रकाश की परिघटना का जो १९२५ में अनिर्णित समझ कर त्याग दी थी, सीधा अवलोकन करना सम्भव हो सका। जिस कोबाल्ट ग्लास फिल्टर को आपतित प्रकाश पुंज के मार्ग में रखकर और प्रकीर्णन पदार्थ के रूप में किसी कार्बनिक द्रव का उपयोग करके मुझे प्रकीर्णित प्रकाश के वर्णक्रम के नीले, हरे क्षेत्र में एक बैंड देखने में सफलता मिली। इस बैंड और फिल्टर द्वारा पारेषित जामुनी-बैगनी क्षेत्र के बीच गहरा अन्तराल था। वर्णक्रम में ये दोनों क्षेत्र उस समय और स्पष्ट हो जब जाते हैं आपतित किरण पुंज के मार्ग में एक अतिरिक्त फिल्टर लगाकर पारेषण के क्षेत्र को संकरा बना दिया जाता है। इससे सूर्य के प्रकाश की बजाय इन उच्च एकवर्णीय विकिरणों को जो मर्करी-आर्क के बड़े द्वारक वाले कंडेन्सर के साथ संयोजन और कोबाल्ट ग्लास फिल्टर के उपयोग से प्राप्त होते हैं, प्रयोग करने का विचार उत्पन्न हुआ। इस व्यवस्था से विभिन्न प्रकार के द्रवों और ठोस से प्रकीर्णित होने वाले प्रकाश के वर्णक्रमों को केवल आंख से देखा गया। इन अवलोकनों में यह पाया गया कि इस प्रकार के वर्णक्रमों में आमतौर से विसरित पृष्ठभूमि में चमकीली स्पष्ट रेखायें या बैण्ड होते हैं। ये रेखायें या बैण्ड मर्करी आर्क लैम्प के प्रकाश में मौजूद नहीं थे।

एकवर्णी प्रदीप्ति के स्रोत के रूप में, क्वार्टज मर्करी लैम्प इतनी शक्तिशाती और सुविधाजनक वस्तु है कि कम से कम द्रवों और ठोसों के सम्बन्धित प्रकीर्णित प्रकाश के वर्णक्रम के फोटो लेने में कोई विशेष कठिनाई नहीं आती। वास्तव में इस वर्णक्रम की सबसे पहली फोटो हिगलर फर्म द्वारा बनाये गये सबसे छोटे पोर्टेबल क्वार्टज स्पेक्ट्रोग्राफ से ली गई थी। इसी प्रकार के कुछ बड़े आकार के उपकरण से **कृष्णन** ने द्रवों और मणिभों में से प्रकीर्णित होने वाले प्रकाश के वर्णक्रम के बहुत संतोषजनक सपेक्ट्रोग्राफ उपलब्ध किये। इनमें ऐसी रेखाओं की जो बैगनी क्षेत्र की ओर विस्थापित थीं, उपस्थिति निश्चित रूप से स्थापित की गई। गैसो या वाष्पों पर इस प्रकार के प्रयोग करने में अधिक कठिनाईयां आई पर कुछ सीमा तक इनका समाधान गैसों को अधिक दाब पर रख कर किया जा सका। बड़े द्वारक के उपकरण से **रामदास** ने वायुमण्डलीय दाब पर गैसीय पदार्थ (ईथर वाष्प) का सर्वप्रथम स्पेक्ट्रम प्राप्त किया। अकलोकित प्रभाव की व्याख्या करते समय इसकी काम्प्टन प्रभाव के साथ अनुरूपता को मार्गदर्शक सिद्धान्त माना गया। काम्प्टन के शोध को इस बारे में सार्वभौमिक रूप से स्वीकारा गया कि विकिरणों का प्रकीर्णन ऐकिक प्रक्रम है जो अविनाशता सिद्धान्त पर सही उतरता है। इस विचार को मानते ही यह एकदम स्पष्ट हो जाता है कि यदि प्रकीर्णित कण क्वांटम से टकराने पर कुछ ऊर्जा ग्रहण कर लेता है तब क्वांटम में उतनी ही मात्रा में ऊर्जा कम हो जानी चाहिए और परिणामस्वरूप प्रकीर्णन के बाद घटी हुई आवृत्ति विकिरण के रूप में प्रकट होनी चाहिए। उष्मागतिकी के सिद्धान्त के अनुसार इसका प्रतिलोम भी सही होना चाहिए। इन विचारों के संदर्भ में वास्तविक अवलोकनों की व्याख्या करना सम्भव था और अवलोकित विस्थापनों के अणुओं के अवरक्त आवृत्तियों के अनुरूप पाये जाने से यह स्पष्ट हो गया कि नई विधि ने द्रव्य की संरचना के अध्ययन करने हेतु असीमित क्षेत्र के द्वार खोल दिये है।




**चित्र**:१ कार्बन टेट्राक्लोराइड का स्पेक्ट्रम (वर्णक्रम)

## प्रभाव की विवेचना

इस बात पर बल देना युक्तिसंगत प्रतीत होता है कि यद्यपि काम्प्टन का अविनाशता सिद्धान्त प्रयोगों में प्राप्त परिणामों की विवेचना करने में उपयोगी सिद्ध होता है पर वह स्वयं में अवलोकित परिघटना को समझाने में असमर्थ है। जैसा कि आण्विक वर्णक्रमों से स्पष्ट है कि एक गैस के अणु में चार विभिन्न प्रकार की ऊर्जा होती हैं। परिणामों में बढ़ती हुई इन ऊर्जाओं का सम्बन्ध स्थानान्तरीय गति, घूर्णन, कम्पन और इलेक्ट्रॉनिक उत्तेजना से होता है। पहले प्रकार की ऊर्जा के अतिरिक्त, प्रत्येक को क्वांटित किया जा सकता है और क्वांटम संख्याओं के क्रम में ये पूर्णकों द्वारा दर्शायी जा सकती हैं। इस प्रकार एक अणु की कुल ऊर्जा सम्भव मानों की बड़ी संख्या में से कोई भी एक संख्या हो सकती है। यदि हम यह मान लें कि अणु और क्वांटम की टक्कर में ऊर्जा का विनिमय होता है और स्वयं को उन स्थितियों तक ही सीमित रखें जब अणु की अंतिम ऊर्जा आपतित क्वांटम की ऊर्जा से कम होती है तब हम इस परिणाम पर पहुंचते हैं कि प्रकीर्णित प्रकाश के वर्णक्रम में बहुत बड़ी संख्या में नई रेखाएं होनी चाहिए और जटिलता में ये रेखाएं प्रकाश के उत्सर्जन अथवा अवशोषण के दौरान अवलोकित अणु बैंड वर्णक्रम का बराबरी करना चाहिए। जो वास्तव में देखा गया था उससे भिन्न कुछ भी कल्पना नहीं किया जा सकता था सबसे रहस्मयी बात थी कि प्रकाश प्रकीर्णन में प्राप्त, अत्यंत जटिल बहुपरमाण्विक अणुओं के विकिरण भी बहुत सरल होते हैं। प्रकाश प्रकीर्णन की यह सरलता इसे विशेष महत्वपूर्ण बनाती है। इससे यह स्पष्ट है कि वास्तव में अवलोकित प्रभाव की भविष्यवाणी अविनाशता के सिद्धान्त के अनुसार नहीं की जा सकती।

क्वांटम और नील्स बोर द्वारा प्रतिपादित चिरसम्मत सिद्धान्तों के बीच सामान्य संगति से हमें वास्तविक परिघटना की आंतरिक झलक मिलती है। प्रकाश प्रकीर्णन का चिरसम्मत सिद्धान्त हमें यह बताता है कि यदि गतिशील या घूर्णन करता हुआ अथवा कम्पन करता हुआ अणु प्रकाश प्रकीर्णित करता है तब प्रकीर्णित विकिरणों में कुछ ऐसी आवृत्तियां भी हो सकती हैं जो आपतित तरंगों की आवृत्तियों से भिन्न हों। यह दृश्य अनेक बातों में आश्चर्यजनक रूप से बिल्कुल वैसा ही है जैसा कि हम प्रयोगों में अवलोकित करते हैं। यह समझाता है कि अवलोकित आवृत्ति स्थानांतर तीन-वर्गों स्थानांतरणीय, घूर्णनीय और कम्पनीय में क्यों बांटा जाता है? तीनों के परिणाम भिन्न-भिन्न होते हैं।

यह अवलोकित चयन नियमों को समझाती है। उदाहाणार्थ- प्रकीर्णित प्रकाश से निगमित कम्पन की आवृत्तियों में केवल मूल आवृत्तियां होती

हैं। अधिछवियां और संयोजन, जो उत्सर्जन और अवशोषण वर्णक्रमों में इतने स्पष्ट होते हैं, वहां अनुपस्थित रहते हैं। चिरसम्मत सिद्धान्त इससे भी आगे बढ़ जाता है और परिवर्तित आवृत्ति के विकिरणों के ध्रुवण और तीव्रता का मोटा अनुमान देता है। इसके बावजूद भी चिरसम्मत सिद्धान्त के आवश्यक गुणों को परिघटनाओं का गुणात्मक विवरण देने के लिए भी संशोधित करना पड़ेगा। इसलिए हमें क्वाटम सिद्धान्त की सहायता लेनी पड़ेगी। **क्रेमर्स** और **हाइजेनबर्ग** के निष्कर्षों तथा क्वांटम यांत्रिकी में नये विकास, जिनका सम्बन्ध बोर के संगति सिद्धान्त से है प्रयोगात्मक परिणामों को समझाने में बहुत सहायक हो सकते हैं। परन्तु जब हमें अणुओं की संरचना के बारे में उससे कहीं अधिक जानकारी जितनी इस समय है, नहीं मिल जाती और उक्त प्रभाव के बारे में पर्याप्त प्रायोगिक ज्ञान नहीं प्राप्त हो जाता तब तक यह कहना उपयुक्त न होगा कि इस प्रभाव से हम परिघटना को समझा सकते हैं।

### प्रभाव का महत्व

इस परिघटना की सार्वभौमिकता प्रयोगात्मक तकनीक की सुविधा, प्राप्त होने वाले वर्णक्रमों की सरलता भौतिक और रसायनशास्त्र की अनेक समस्याओं के प्रयोगात्मक समाधान में उपयोगी होगी। वास्तव में यह कहा जा सकता है कि यही इस प्रभाव का प्रमुख महत्व होगा। वर्णक्रम से प्राप्त आवृत्ति- अंतर वर्णक्रम की रेखाओं की चौड़ाई और प्राकृतिक तथा प्रकीर्णित प्रकाश की ध्रुवण स्थिति हमारे समक्ष प्रकीर्णन उत्पन्न करने वाले पदार्थ की वास्तविक संरचना की सर्वोत्तम जानकारी दे सकते है। जैसा कि प्रयोगात्मक शोध से पता चलता है कि वर्णक्रम के ये गुण भौतिक परिस्थितियों यथा ताप तथा संपीडन की स्थिति और भौतिक - रासायनिक परिस्थितियों यथा मिश्रण यौगिक आण्विक संगुणन और बहुलकीकरण से तथा सबसे अधिक रासायनिक संरचना से प्रभावित होते हैं। इससे यह स्पष्ट हो जाता है कि स्पेक्ट्रोस्कोपी के इस नये क्षेत्र में द्रव्य की सरचना से सम्बन्धित समस्याओं के अध्ययन के लिए असीमित संभावनायें हैं। हम यह भी आशा कर सकते हैं कि यह प्रभाव प्रकाश की प्रकृति तथा प्रकाश और द्रव्य के बीच की अन्तः क्रियाओं के विषय में अधिक और पूर्ण जानकारी प्रस्तुत करेगा।

### कुछ टिप्पणिया

इस प्रभाव के सरलतम संभव रासायनिक संरचना वाले मणिभों पर किये गये मात्रात्मक अध्ययन स्वभावतः बहुत महत्वपूर्ण हैं। मात्रात्मक अध्ययन से सैद्धान्तिक क्षेत्र में सबसे अधिक आशाएं हैं। द्रवीभूत गैसों परमैकलेनन के कार्यो तथा **आर० डब्ल्यू वुड** और **रासटी** के शोध इस क्षेत्र में अग्रणी है जिनकी अधिकतम प्रशंसा की जानी है। इस बारे में रामास्वामी **राबर्ट्सन** और **फाक्स** तथा **भगवंतम** द्वारा किये गये अध्ययन विशेष महत्वपूर्ण हैं। मणिभों पर किये गये इन अध्ययनो से बहुत विलक्षण परिणाम मिले हैं। इनसे मणिभावस्था की प्रकृति की अधिक विस्तृत जानकारी के मार्ग प्रशस्त होंगे। मैं यहां **कृष्णमूर्ति** के कार्य की ओर विशेष ध्यान आकर्षित करना चाहूंगा जिन्होंने रासायनिक बंध की प्रकृति के आधार पर प्रकीर्णित प्रकाश में प्राप्त वर्णक्रम रेखाओं की तीव्रता पर निर्भरता स्थापित की है। कृष्णमूर्ति का यह अवलोकन कि मणिभों का पराचुम्बकत्व विस्थापित रेखाओं की अवशोषित तीव्रता को दृश्यतः प्रभावित करता है, इस क्षेत्र में अत्यन्त महत्वपूर्ण उपलब्धि है।

## उपसंहार

प्रत्येक नोबेल पुरस्कार विजेता पुरस्कार प्राप्त करते समय उपस्थित विद्वानों के समक्ष अपने उस शोध का विवरण प्रस्तुत करता है जिस पर उसे नोबेल पुरस्कार प्रदान करने की घोषणा की गई होती है। इस परम्परा के अन्तर्गत प्रो० चन्द्रशेखर वेकट रामन ने भी ११ दिसंबर १९३० को स्विडिश अकादमी के समक्ष प्रकाश का आण्विक प्रकीर्णन (मालिक्यूलर स्कैटरिंग ऑफ लाइट) पर भाषण दिया था। उसी भाषण का हिन्दी रूपांतरण ऊपर प्रस्तुत किया गया है।

# संदर्भ ग्रंथ सूची (Bibliography/References)


1. https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/raman-lecture.pdf
2. https://link.springer.com/article/10.1007/s000160200002
3. https://www.researchgate.net/publication/354508318_RAMAN_SPECTROSCOP
4. https://www.britannica.com/biography/C-V-Raman

# सर चंद्रशेखर वेंकट रमन

सर चंद्रशेखर वेंकट रमन का जन्म ७ नवंबर १८८८ को तमिलनाडु के तिरुचिरापल्ली में हुआ था। उनके पिता गणित और भौतिकी के शिक्षक थे, जिससे उन्हें बचपन से ही शैक्षणिक वातावरण मिला। उन्होंने अपनी शिक्षा मद्रास के प्रेसीडेंसी कॉलेज से पूरी की, जहाँ उन्होंने भौतिकी में स्वर्ण पदक जीता। रमन ने शुरुआत में भारत सरकार के वित्त विभाग में एक लेखाकार के रूप में काम किया, लेकिन विज्ञान के प्रति उनके जुनून ने उन्हें कलकत्ता विश्वविद्यालय में भौतिकी का प्रोफेसर बनने के लिए प्रेरित किया। २८ फरवरी १९२८ को उन्होंने ऐतिहासिक 'रमन प्रभाव' की खोज की, जिसने यह साबित किया कि जब प्रकाश किसी पारदर्शी पदार्थ से गुजरता है, तो उसकी तरंग दैर्ध्य बदल जाती है। इस महत्वपूर्ण खोज के लिए उन्हें १९३० में भौतिकी के नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया, जिससे वे विज्ञान में यह सम्मान पाने वाले पहले एशियाई बने। उनकी इस उपलब्धि के सम्मान में भारत हर साल २८ फरवरी को राष्ट्रीय विज्ञान दिवस मनाता है। रमन ने भारतीय विज्ञान संस्थान (IISc) के पहले भारतीय निदेशक के रूप में भी सेवा दी और बाद में बैंगलोर में रमन अनुसंधान संस्थान (RRI) की स्थापना की। उन्हें १९५४ में भारत के सर्वोच्च नागरिक सम्मान भारत रत्न से सम्मानित गया और २१ नवंबर १९७० को उनका निधन हो गया।