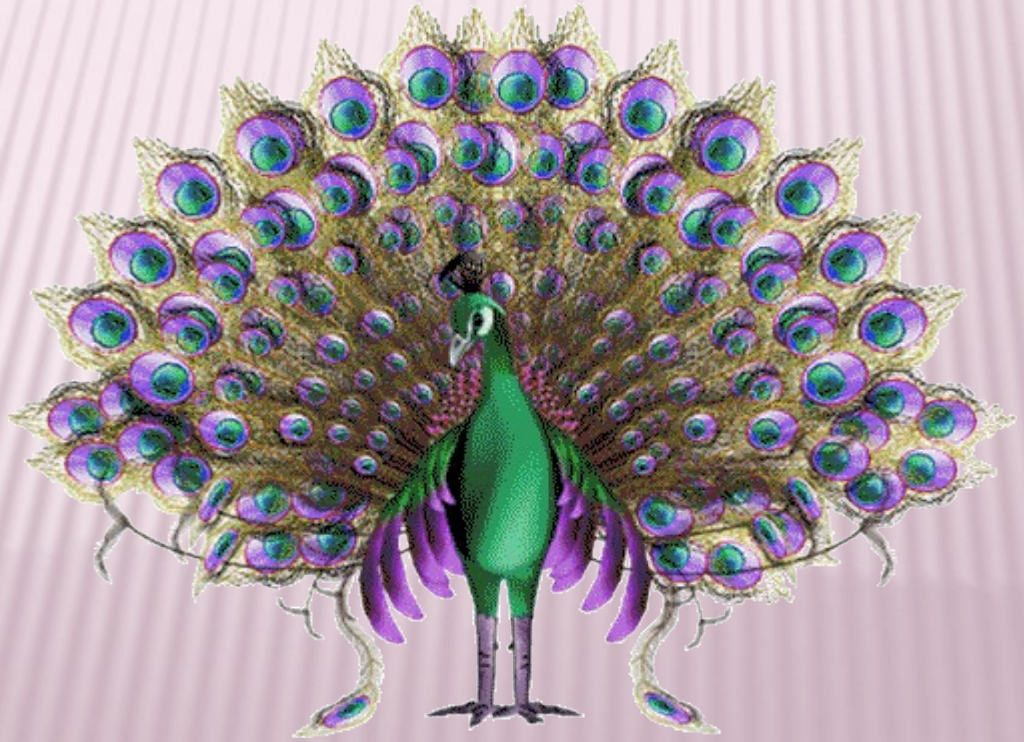
प्रकृति में रंग परिघटनाएँ



- राम शरण दास

प्रस्तावना

रंग सौंदर्य का अभिन्न और सर्वाधिक महत्वपूर्ण अंग है। प्रकृति में रंग विभिन्न रूपों में दिखाई पड़ते हैं: फूलों की विविधता में, तितलियों के पंखों की झिलमिलाहट में, आकाश की नीलिमा और उषा एवं संध्या के नारंगी-लाल अवगुंठन में, वर्षा के बाद इंद्रधनुष की अनुपम छटा में और साबुन के बुलबुलों में। रंगों की माया विभिन्न भौतिक परिघटनाओं के कारण परिलक्षित होती है। जिन परिघटनाओं के कारण प्रकृति में रंग नज़र आते हैं उन में शामिल हैं : वर्ण विक्षेपण, व्यतिकरण,विवर्तन ,प्रकीर्णन ,चयनित अवशोषण एवं परमाणु उद्दीपन ।

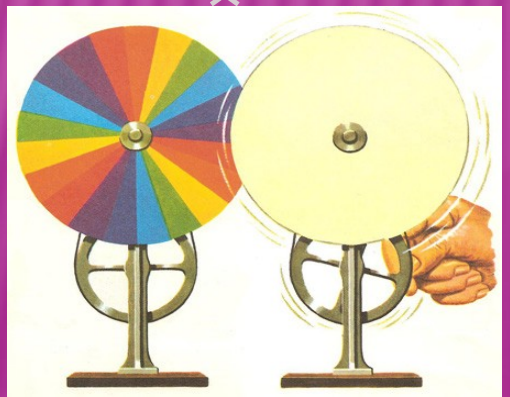
वर्ण विक्षेपण

शुरुआत 1666 में ब्रिटिश वैज्ञानिक इसाक न्यूटन के एक आकस्मिक प्रयोग से हुई। न्यूटन ने एक अंधेरे कमरे की खिड़की में छोटा सा छिद्र बनाकर प्रकाश का एक पतला किरणपुंज प्राप्त किया।इस किरणपुंज को जब उन्होंने एक स्वनिर्मित कांच के प्रिज्म से गुजारा तो खिड़की के सामने की दीवार के पास लगे पर्दे पर सात रंगों का एक मनमोहक पैटर्न प्राप्त हुआ।

न्यूटन ने पैटर्न के एक-एक रंग के संगत पर्दे में क्रमशः एक छोटा छिद्र बनाकर पर्दे के पीछे एकवर्णी किरणपुंज प्राप्त किया और दर्शाया कि इसका अपवर्तन तो होता है किंतु यह और आगे रंगों के पैटर्न में विभाजित नहीं होता। अपने प्रयोगों को कई-कई बार दोहरा कर न्यूटन ने निष्कर्ष निकाला कि सूर्य के प्रकाश में सात रंग हैं और प्रत्येक रंग की अपवर्तनशीलता कांच में भिन्न-भिन्न है।

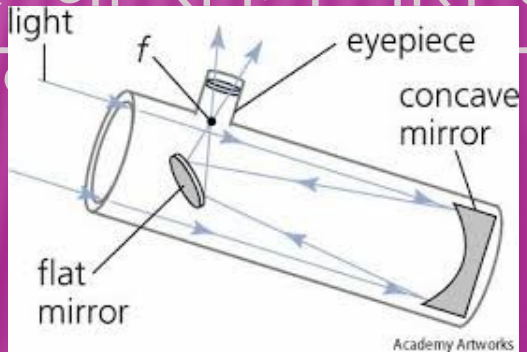
न्यूटन की सतरंगी चकती

बाद में न्यूटन ने एक चकती को इन सात रंगों के खंडों में रंग कर तेजी से घुमाया तो वह चकती सफेद नजर आई। इस प्रकार न्यूटन ने व्युत्क्रमित प्रयोग करके दर्शाया कि सात रंगों के प्रकाश के सम्मिश्रण से श्वेत प्रकाश उत्पन्न होता है। । प्रिज्म से गुजरने पर श्वेत प्रकाश के सात रंगों में विभाजित होकर परिक्षेपित होने की इस परिघटना को वर्ण विक्षेपण तथा प्राप्त सात रंगों (क्रमशः बैंगनी, नीला, आसमानी, हरा, पीला, नारंगी और लाल) के पैटर्न को स्पेक्ट्रम नाम दिया गया।



न्यूटन का परावर्तक

वर्ण विक्षेपण की परिघटना के स्पष्ट होने के दो परिणाम तुरंत हुए: पहला - न्यूटन को यह समझ आ गया कि वर्ण विक्षेपण के कारण अपवर्तक टेलिस्कोपों में रंगीन अस्पष्ट परिसीमा के प्रतिबिंब बनते हैं जिससे उनकी विभेदन क्षमता सीमित हो जाती है और इसलिए उन्होंने एक परावर्तक प्रकार का टेलिस्कोप बनाया जो आगे चलकर खगोलिक पिंडों के अध्ययन के लिए अनिवार्य उपकरण बन गए। और दूसरा इसके द्वारा लंबे समय से व्याख्यायित न किए जा सकने वाले इंद्रधनुष निर्माण प्रक्रम की सफल, सं ा की जा सकी



इन्द्रधनुष

इन्द्रधनुष, जैसा कि आप जानते हैं सुबह के समय पश्चिम में और शाम के समय पूरब में वर्षा के बाद क्षितिज के पास दिखाई देने वाली एक सतरंगी, अर्द्धवृत्ताकार वायव्य संरचना है जो वायु में लंबित लघु बूंदों में प्रकाश के अपवर्तन के फलस्वरूप निर्मित होती है। प्रायः आकाश में एक साथ एक के ऊपर एक, दो इन्द्रधनुष दृष्टिगोचर होते हैं, जिन्हें क्रमशः प्राथमिक और द्वितीयक इन्द्रधनुष कहते हैं।

प्राथमिक और द्वितीयक इन्द्रधनुष

प्राथमिक इन्द्रधनुष में गोलाकार जल-बूंद में प्रकाश की किरण इसके केंद्र के ऊपर से प्रवेश करती है और पहले अपवर्तन के साथ परिक्षेपित होकर सतरंगी किरणें विपरीत आंतरिक पृष्ठ से परावर्तित होकर एक बार फिर से अपवर्तित होकर इससे बाहर निकलती है। इस प्रक्रम में बैंगनी रंग की किरण क्षैतिज से 41 डिग्री पर और लाल रंग की किरण 43 डिग्री पर निर्गत होकर हमारे नेत्र तक पहुंचती है इससे 2 डिग्री के कोणीय विस्तार में सतरंगी पैटर्न दिखाई पड़ता है जिसमें अंदर से बाहर की ओर रंगों का क्रम बैंगनी, नीला, आसमानी, हरा, पीला, नारंगी और लाल होता है। क्योंकि ऐसे सब बिंदु जिनसे प्रकाश की ये किरणें नेत्र पर पहुंचती हैं एक वृत्त पर स्थित होते हैं यह रंग-पैटर्न वृत्ताकार नजर आता है। यह भी नोट किया जाना चाहिए कि सदैव इन्द्रधनुष के सभी सात रंग दिखाई दें, यह आवश्यक नहीं है।

इन्द्रधनुष का दिखाई पड़ना

सूर्य की प्रेक्षक के सापेक्ष स्थिति से यह निर्धारित होता है कि इन्द्रधनुष दिखाई देगा या नहीं, वह वृत्त के कितने बड़े चाप के रूप में दिखाई देगा और इसमें कितने रंग होंगे। यदि वर्षा मेघ पृथ्वी तल से 5-6 किलोमीटर ऊपर हो तो 2.5-3 किलोमीटर ऊंचे पर्वत शृंग अथवा वायुयान से देखने पर किसी भी अर्द्धगोलार्ध में पूर्ण वृत्ताकार इंद्रधनुष भी देखा जा सकता है।

प्राथमिक और द्वितीयक इन्द्रधनुष मे अंतर

प्राथमिक इन्द्रधनुष से लगभग 10 डिग्री कोणीय तुंगता पर द्वितीयक इन्द्रधनुष दिखाई पड़ता है। यह अपेक्षाकृत कम चमकीला और अधिक चौड़ा (51 डिग्री से 54 डिग्री तक) होता है और इसमें रंगों का क्रम प्राथमिक इन्द्रधनुष के रंगों के क्रम से उल्टा होता है। अर्थात् अंदर का धनुष लाल रंग का और सबसे बाहर का बैंगनी रंग का होता है। द्वितीयक इंद्रधनुष जल बूंद के केन्द्र के नीचे प्रविष्ट होने पर दो अपवर्तनों एवं दो परावर्तनों के फलस्वरूप निर्मित होता है।

इन्द्रधनुष की चमक

इंद्रधनुष के रंगों का चटकीलापन जलबूंदों के साइज पर निर्भर करता है। 1-2 मिलीमीटर व्यास की बूंदों में परिक्षेपण होने पर बैंगनी और हरे रंगों की पट्टियां काफी चमकीली होंगी, लाल रंग की पट्टी भी स्पष्ट दिखाई पड़ेगी किंतु नीला रंग बहुत धुंधला होगा। बूंदें छोटी होने पर लाल रंग की चमक कम हो जाएगी, बूंद का साइज 0.2-0.3 मिलीमीटर होने पर लाल रंग की पट्टी दिखाई देनी बंद हो जाएगी। बूंद का आकार और कम करते जाने पर इंद्रधनुष अधिक चौड़ा और धुंधला होता जाता है और लगभग 0.05 मिलीमीटर व्यास की जलबूंदों में अपवर्तन होगा तो इंद्रधनुष के स्थान पर सफेद पट्टी दिखाई देगी।

इस प्रकार हम देखते हैं कि प्रकृति में इंद्रधनुष का बनना प्रकाश के वर्षा विक्षेपण प्रक्रम का परिणाम है और जिसके लिए वायुमंडल में लंबित जल बूंदों की उपस्थिति उत्तरदायी है। अतः यह मनोरम परिघटना देखना पृथ्वी वासियों का ही सौभाग्य है। चन्द्रमा जैसे खगोलिक पिड़ों पर जहां वायुमंडल विद्यमान नहीं है यह परिघटना नहीं देखी जा सकती है।

पतली पारदर्शी परतों के पृष्ठों पर गड्ड मड्ड होते रंग

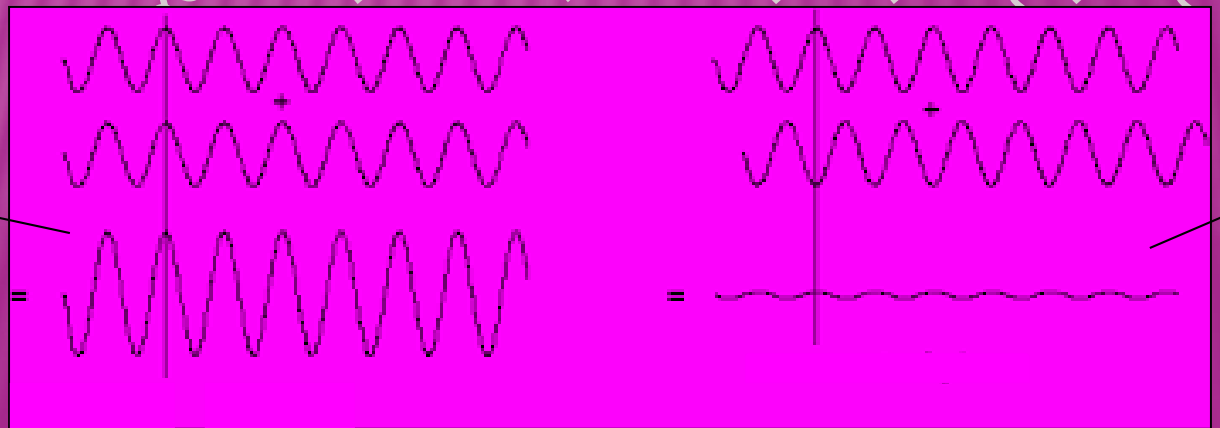
बचपन में हम सभी ने सावन के घोल से बुलबुले बनाए होंगे।सूरज की रोशनी में इन बुलबुलों के पृष्ठों पर रंगों की मोहक छटा देखकर विस्मित भी हुए होगें। पानी पर तेल की बूंद गिर जाए तो पानी के पृष्ठ पर तैरती तेल की पतली परत के पृष्ठ पर भी इसी प्रकार के रंग देखे होंगे? ये रंग भी क्या वर्ण विक्षेपण के कारण उत्पन्न होते हैं? जी नहीं, ये रंग एक अन्य प्रक्रम के कारण उत्पन्न होते हैं जिसे व्यतिकरण कहते हैं। व्यतिकरण प्रकाश की तरंग प्रकृति का द्योतक है।

क्या होता है व्यतिकरण?

ऊर्जा का एक स्थान से दूसरे स्थान तक संचरण दो प्रकार से होता है: कणों के द्वारा - जैसे बंदूक की गोली द्वारा और तरंगों के द्वारा - जैसे पटाखे के फटने से उत्पन्न ध्वनि द्वारा थोड़ी दूर रखी मोमबत्ती का बुझना। कण और तरंग में मूल अंतर यह होता है कि कण की ऊर्जा स्थानीकृत होती है - जहां कण वहां उसकी ऊर्जा, जबकि तरंग में ऊर्जा विस्थानीकृत अर्थात् स्रोत और प्रेक्षक के बीच के स्थान में फैली हुई होती है। परिणाम यह होता है कि जब दो कण एक ही स्थान से एक साथ गुजरना चाहते हैं तो उनमें संघट्ट होता है जिससे उनकी गति के भावी प्राचल बदल जाते हैं, जबकि, तरंगों के प्रकरण में ऐसा नहीं होता। जब दो (या अधिक समान आवृत्ति की एक ही दिशा में चलती हुई तरंगें एक साथ किसी क्षेत्र से गुजरती है तो उनकी ऊर्जाओं का अध्यारोपण होता है जिससे उस क्षेत्र में ऊर्जा का पुनर्वितरण हो जाता है। तरंगों के अध्यारोपण से ऊर्जा के पुनर्वितरण की यह परिघटना व्यतिकरण कहलाती है।

संपोषी एवं विनाशी व्यतिकरण

क्षेत्र के जिन बिंदुओं पर ये दो तरंगें समान कला में अध्यारोपण करती हैं वहां दोनों तरंगों के आयाम जुड़ जाते हैं और तरंग की तीव्रता (या ऊर्जा) अधिकतम हो जाती है और हम कहते हैं कि यहां संपोषी व्यतिकरण हुआ है, जबकि उन बिंदुओं पर जहां वे विपरीत कला में अध्यारोपण करती है वहां परिणामी तरंग का आयाम और इसलिए तरंग की तीव्रता (या ऊर्जा) घट कर न्यूनतम हो जाती है। इन बिंदओं पर विनाशी व्यतिकरण होता है।

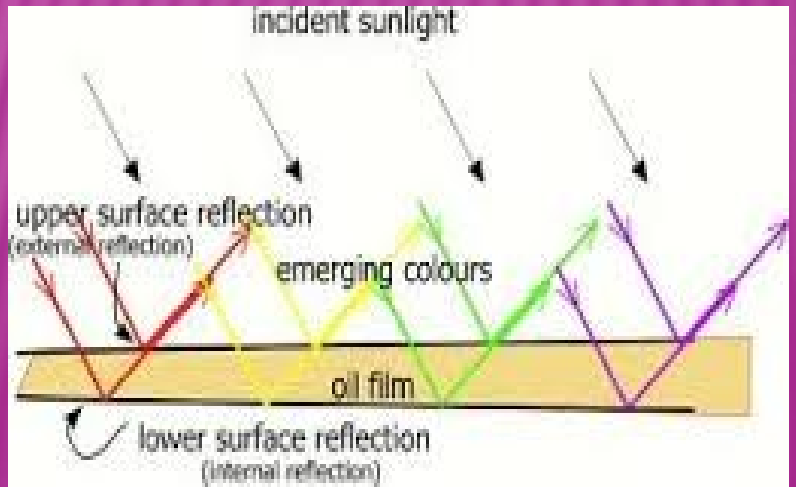


संपोषी व्यतिकरण

विनाशी व्यतिकरण

पतली परतों में व्यतिकरण

यदि ये तरंगें श्वेत प्रकाश की हों तो किसी बिंदु पर जिस रंग के लिए संपोषी व्यतिकरण होगा वह रंग दिखाई देगा और जिसके लिए विनाशी व्यतिकरण होगा वह पैटर्न में से हट जाएगा। इस प्रकार साबुन के बुलबुलों और तेलीय परतों में रंगों के दिखाई पड़ने की परिघटना के लिए व्यतिकरण उत्तरदायी है। परत के ऊपर और नीचे के पृष्ठ से परावर्तित किरणों के अध्यारोपण में जिन रंगों के लिए संपोषी व्यतिकरण होता है वे रंग दिखाई पड़ते हैं।

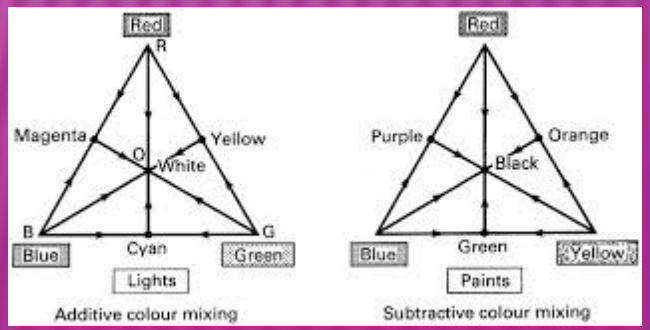


पदार्थों के रंग

कोई वस्तु हमें किसी विशेष रंग की क्यों दिखाई देती है यह उस वस्तु में विद्यमान किसी पदार्थ के प्रकाश के प्रति व्यवहार पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए पेड़ की पत्ती हमें हरे रंग की इसलिए दिखाई देती है क्योंकि उसमें विद्यमान क्लोरोफिल नाम का पदार्थ हरे रंग के अतिरिक्त अन्य रंगों के प्रकाश को अवशोषित कर लेता है और केवल हरे रंग के प्रकाश को ही परावर्तित करता है। यह प्रक्रम चयनित अवशोषण कहलाता है। चयनित अवशोषण के कारण वस्तु का रंग प्रकाश के रंग पर भी निर्भर करता है। क्योंकि पत्ती लाल प्रकाश को अवशोषित करती है अतः लाल प्रकाश में यह काली नजर आएगी। रंग दृष्टि तीन कारणों का परिणाम है: आपतित प्रकाश, वस्तु का प्रकाश के विभिन्न रंगों (या तरंगदैर्घ्यों) के प्रति व्यवहार तथा नेत्र। नेत्र भी रंग दृष्टि में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं।

रंग दृष्टि

आँख के रेटिना में तीन तरह की रंग संवेदी तंत्रिका कोशिकाऐं होती है, जो मूलतः तीन प्राथमिक रंगों के प्रकाश - लाल, हरे एवे नीले प्रकाश का संवेदन कर सकती है। अन्य सभी रंग इन तीन रंगों के प्रकाश के आनुपातिक संवेदन के परिणाम हैं। इस प्रकार मानव नेत्र इन तीन रंगों की संवेदनकारी तंत्रिका कोशिकाओं के सहारे लगभग 105 वर्णाभाओं की पहचान कर सकते हैं। लाल-नीले रंग के प्रकाश समानुपात में नेत्र के रेटिना पर पड़ें तो क्रिम्सन, लाल एवं हरे से पीले तथा हरे एवं नीले से मोरपंखी रंग की अनुभूति होती है। ये द्वितीयक रंग कहलाते हैं।



रंगों के मिश्रण

तीनों प्राथमिक या फिर तीनों द्वितीयक रंगों के प्रकाश के समानुपातिक सम्मिश्रण से श्वेत प्रकाश उत्पन्न होता है। यदि किसी पिंड में एक से अधिक रंगों के संगत पदार्थ उपस्थित हों तो पदार्थ का रंग उनके द्वारा अवशोषित प्रकाश का व्यकलनात्मक परिणाम होता है। इसी कारण रंजकों के मिश्रण से रंग उत्पन्न करने के लिए प्राथमिक रंग अलग हो जाते हैं, ये हैं नीला, लाल और पीला। पीला प्रकाश हरे और लाल प्रकाश का समान परिमाण में सम्मिश्रण होता है अतः पीली दिखाई देने वाली वस्तु हरे और लाल प्रकाश को परावर्तित करती है और नीले प्रकाश को अवशोषित करती है। पीले और नीले रंजक को मिलाने से हरा रंग मिलता है क्योंकि इसमें विद्यमान पदार्थ लाल और नीले प्रकाश को अवशोषित कर लेते हैं।

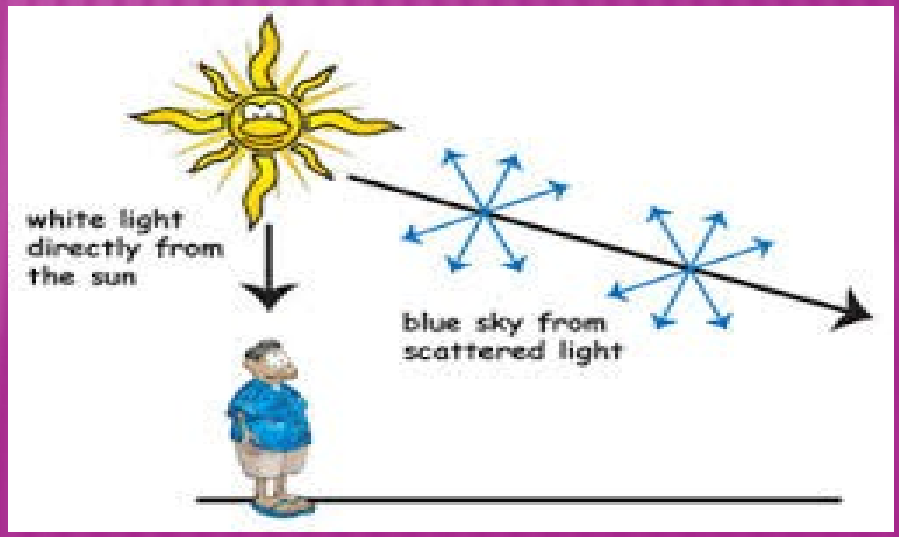
तितलियों, मोरों एवं अन्य अनके कीटों एवं पक्षियों के परों के चटख रंग

ये रंग दो भिन्न प्रकार की रंग व्यवस्थाओं का परिणाम है, ये हैं: रंजक तथा संरचना। रंजकों के रंग की चर्चा हम ऊपर कर चुके हैं। ये समय के साथ फीके पड़ जाते हैं। किंतु आपने नोट किया होगा कि कीटों और पक्षियों के पंखों के रंग अपेक्षाकृत स्थाई होते हैं। ये उनके पंखों के धात्विक पृष्ठों और संपूर्ण संरचना के ऊपर निर्भर करते हैं। संरचनात्मक रंग पंखों की विभिन्न परतों से परावर्तित प्रकाश के व्यतिकरण तथा उनके पंखों पर विद्यमान सूक्ष्म संरचनाओं से प्रकाश के विवर्तन के परिणामस्वरूप उत्पन्न होते हैं। इन सूक्ष्म संरचनाओं से परावर्तित जिन तरंगों में संपोषी व्यतिकरण होता है उनके संगत रंग दिखाई पड़ते हैं और जिनके संगत विनाशी व्यतिकरण होता है वे दिखाई नहीं पड़ते। इसीलिए दृष्य कोण बदलने पर पंखों का रंग पैटर्न बदल जाता है। किसी पुरानी सी.डी. या डी.वी.डी. को धूप में विभिन्न कोणों पर रख कर देखने पर आप विवर्तन के इस प्रभाव का अनुभव कर सकते हैं।

प्रकाश प्रकीर्णन

आकाश के या समुद्र में जल के नीले रंग; सूर्योदय या सूर्यास्त के समय क्षितिज का नारंगी-लाल रंग तथा बादलों का सफेद या काला रंग आदि एक अन्य प्रकाशिक परिघटना का परिणाम है। जिसे प्रकीर्णन कहते हैं। इस प्रक्रम में जब प्रकाश तरंगें किसी प्रकाशिक माध्यम (पारदर्शक गैस, ठोस या द्रव) से गुजरती हैं तो वे माध्यम के कणों से टकराकर विभिन्न दिशाओं में विक्षेपित होती है। इस प्रक्रम में उनकी तीव्रता एवं ध्रुवण अवस्था में परिवर्तन हो सकता है। गैसों ने प्रकाश का प्रकीण्रन रेले तथा भी प्रकीर्णन सिद्धान्तों द्वारा, द्रवों में रमन एवं कॉम्पटन प्रकीर्णन सिद्धांत द्वारा तथा ठोसों में ब्रेनों एवं ब्रिलुवीं सिद्धांत द्वारा समझा जा सकता है।

लार्ड रेले ने गैस के अणुओं से प्रकाश के प्रत्यास्थ प्रकीर्णन का अध्ययन करते हुए पाया कि प्रकीर्णित प्रकाश की तीव्रता तरंगदैघ्य की चौथी घात के अनुक्रमानुपाती होती है। इससे इस तथ्य की व्याख्या होती है कि पृथ्वी पर आकाश नीला क्यों दिखाई देता है। छोटे तरंगदैघ्यों की तरंगें (नीली रंग) दीर्घ तरंगदैघ्य की तरंगों (लाल रंग की तरंगों)की अपेक्षा अधिक प्रकीर्णित होती हैं अतः आकाश में नीले रंग का प्रभुत्व हो जाता है।



प्रकीर्णन आधारित कुछ अन्य रंग परिघटनाएँ

सूर्य के आस-पास आकाश का रंग श्वेत नजर आता है या बादलों का रंग सफेद या सलेटी नजर आता है यह तथ्य भी प्रकीर्णन द्वारा समझा जाता है जिसके अनुसार प्रकीर्णन के साइज पर भी निर्भर करता है। बादलों में अपेक्षाकृत बड़े आकार की जल बूंदों से प्रकीर्णन के कारण सभी तरंगों का प्रकाश प्रकीर्णित होकर आंख में पहुंचता है इससे बादल सफेद रंग का नजर आता है।

सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय जब सूर्य क्षितिज के निकट होता है तो उससे चलकर नेत्र तक पहुंचने वाले प्रकाश को वायुमंडल में अधिक दूरी तय करनी पड़ती है। इसका नीला भाग प्रकीर्णित हो जाता है और शेष अर्थात् स्पेक्ट्रम का लाल भाग ही नेत्र में पहुंचता है। इससे सूर्य और उसके आस—पास कस आकाश नांरगी—लाल नजर आता है।

ध्रुव ज्योतियां :

एक अत्यंत आकर्षक प्राकृतिक परिघटना ध्रुव ज्योतियां हैं। मुख्यतः उच्च अक्षांश (आर्कटिक एवं अंटार्कटिक) क्षेत्रों में दोनों चुबकीय ध्रुवों के निकट, पृथ्वी से लगभग 80 से 150 किलोमीटर की ऊंचाई पर अक्सर नीचे से ऊपर की ओर क्रमशः नीले-हरे और लाल रंगों का एक झमझमाता हुआ पर्दा सा दिखाई पड़ता है। रंगों की यह मोहक प्राकृतिक छटा ध्रुव ज्योति (अंग्रेजी शब्द Aurora जिसका अर्थ है उषा या उषाकाल) कहलाती है। उत्तरी ध्रुव के पास दिखाई पड़ने वाली यह ज्योति उत्तरी ध्रुव ज्योति (Aurora Boraealis) तथा दक्षिण ध्रुव के निकट की ज्योति दक्षिण ध्रुव ज्योति (Aurora Australis) कहलाती है।रात्रि आकाश की काली पृष्ठभूमि में ये और आकर्षक हो जाती है। खास बात यह है कि दोनों ध्रुवों के पास की ये ज्योतियां लगभग एक से लक्षणों युक्त और एक सी प्रकृति की होती है।

धन्यवाद