माध्यम (active medium) में ऐसे परमाणुओं का होना आवश्यक है, जिसके विभिन्न ऊर्जा अवस्थाओं में, कम से कम एक, मितस्थायी अवस्था हो।

साम्यावस्था की स्थिति में, उच्च ऊर्जा अवस्थाओं में परमाणुओं की संख्या निम्न ऊर्जा अवस्थाओं की तुलना में अधिक होना कदापि स्वभाविक नहीं है। किन्तु किसी प्रकार, किसी युक्ति से, यदि उच्च ऊर्जा अवस्थाओं में परमाणुओं की संख्या बढ़ा दी जाये, तो उद्दीपित उत्सर्जन की संभावना अधिक हो जायेगी। वह परिस्थिति जिसमें, उच्च ऊर्जा अवस्थाओं में परमाणुओं की संख्या निम्न ऊर्जा अवस्थाओं की तुलना में अधिक हो, **जनसंख्या व्युतक्रमण (population inversion)** कहलाती है।

जनसंख्या व्युतक्रमण प्राप्त करने के लिए, लेजर माध्यम को ऊर्जा की आपूर्ति करते रहना आवश्यक है। लेजर माध्यम को ऊर्जा की आपूर्ति करने की प्रक्रिया को **पम्पन (pumping)** कहते हैं। वह स्रोत जिसके द्वारा लेजर माध्यम को ऊर्जा की आपूर्ति की जाती है, पम्प स्रोत कहलाती है। विभिन्न लेजर माध्यम, जनसंख्या व्युतक्रमण प्राप्त करने के लिए भिन्न-भिन्न पम्प स्रोतों का प्रयोग करते हैं। सर्वाधिक प्रयुक्त होने वाले पम्प स्रोत का नाम इस प्रकार है। प्रकाशिक पम्पन, विद्युत विसर्जन, अप्रत्यास्थ संघट्ट, उष्मीय पम्पन, रासायनिक अभिक्रिया इत्यादि।

यदि किसी पात्र में कोई गैस भरी हो, जिसके मुक्त परमाणुओं के पास बहुत से ऊर्जा स्तर हो, जिनमें से एक मितस्थायी भी हो। इस गैस को श्वेत प्रकाश से उज्जवलित करने पर बहुत से परमाणु, अनुनादी प्रभाव के कारण, मूल अवस्था से उठकर उत्तेजित अवस्थाओं में पहुँच जायेंगे। उत्तेजित अवस्थाओं के अस्थायी होने के कारण, बहुत से परमाणु मूल अवस्था में वापस आने के प्रयास में, मितस्थायी अवस्था में ही रुक जायेंगे। यदि पम्पन प्रकाश तीव्र हो, तो जनसंख्या व्युतक्रमण की अवस्था प्राप्त हो सकती है, यानि मितस्थायी अवस्था में परमाणुओं की संख्या मूल अवस्था से अधिक हो जायेगी।

अब जब कभी भी, किसी मितस्थायी अवस्था से कोई एक परमाणु स्वतः ही मूल अवस्था में जायेगा, तो वह hv ऊर्जा का एक फोटॉन भी उत्सर्जित करेगा। वह फोटॉन, उसी मितस्थायी अवस्था में जब किसी अन्य परमाणु के समीप से गुजरता है, तो वह अनुनाद के सिद्धान्त का अनुपालन करते हुए, उस परमाणु से समान आवृत्ति के फोटॉन विकरित कराते हुए, मूल अवस्था में लौटने के लिए प्रेरित करता है। इस उद्दीपित फोटॉन की आवृत्ति, दिशा तथा ध्रुवण प्राथमिक फोटॉन के पूर्णतयः समान होगी। जिसका तात्पर्य यह है कि, उनके मध्य स्थानिक कलासम्बद्धता होगी। इसके साथ ही, उद्दीपित फोटॉन की कला तथा गति भी प्राथमिक फोटॉन के समान होगी। जिसका अर्थ यह है कि, उनके मध्य कालिक कलासम्बद्धता भी होगी।

दोनों ही फोटॉन, अपने मितस्थायी अवस्था में अन्य परमाणुओं के निकट से गुजरते हुए, अब प्राथमिक तरंगों के समान ही अन्य परमाणुओं को भी समान दिशा तथा समान कला में उद्दीपित उत्सर्जन करने हेतू प्रेरित करेंगे। यहाँ ध्यान रहें कि, इन प्राथमिक तरंगों को अवशोषित कर, परमाणुओं का मूल अवस्था से उत्तेजित अवस्था में गमन भी समान रूप से प्रेरित होगा। यानि उद्दीपित अवशोषण (stimulated absorption) भी साथ ही साथ प्रेरित होगा। यद्यपि अवस्थाओं के मध्य जनसंख्या व्युत्क्रमण होने की स्थिति में, उद्दीपित उत्सर्जन (stimulated emission) के प्रेरित होने की संभावना अधिक होगी। यानि, यदि गैस में परिस्थितियाँ अनुकूल हो तो एक अभिक्रिया श्रृंखला (chain reaction) जैसा प्रारम्भ हो जायेगा, जिसके परिणाम में हमें अतितीव्र एवं कलासम्बद्ध विकिरण प्राप्त होगा। इसे ही लेजर विकिरण (laser radiation) कहेंगे।

आइये अब संसार के प्रथम लेजर के बारे में जानते है।

संसार के प्रथम लेजर का निर्माण, अमेरिका के टी. एच. मेमन ने 1960 में किया था। लेसर से पहले, सन् 1954 में मेसर (Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation) का अविष्कार हो चुका था। मेसर में सूक्ष्म तरंगें (microwaves) पैदा होती है, जबकि लेसर में प्रकाश किरणें पैदा होती हैं। मेसर भी उसी सिद्धांत पर कार्य करता हैं, जिस सिद्धांत पर लेजर। लेजर के अविष्कार की प्रेरणा मेसर से ही मिली। इसी के आधार पर, सन् 1960 मे टी. एच. मेमन प्रथम रूबी लेजर बनाने में सफल हुए।

मेमन ने प्रथम लेजर के निर्माण में एक गुलाबी रंग का रूबी मणि (ruby crystal) प्रयोग किया था। रूबी प्रकृति में पाया जाने वाला एक मणि है, लेकिन अब ऐसे मणियों का निर्माण, संश्लेषित विधियों द्वारा, प्रयोगशालाओं में भी होने लगा है। मेमन ने लेजर निर्माण के लिए प्रयोगशाला में बने, एक रूबी मणि का प्रयोग किया, जिसे एल्युमिनियम आक्साइड में 0.05 प्रतिशत क्रोमियम धातु को, एक विशेष विधि द्वारा प्रविष्ट करा के बनाया गया था। इसका रंग गुलाबी था। यह वही रूबी था, जिसे महिलाएँ अपने आभूषणों में प्रयोग करती है। रूबी मणि का रूप, एक बेलनाकार छड़ जैसा बनाया गया था। इसकी लंबाई 2 इंच तथा व्यास चौथाई इंच था। इसके दोनों सिरे विशेष विधियों द्वारा पालिश करके, समतल और समानान्तर बना दिये गये थे। इस छड़ के दोनो सिरों पर चाँदी का पानी चढ़ाया गया था। एक सिरे पर चाँदी का पानी इतना चढ़ाया गया था, ताकि उसकी परावर्तकता (reflectivity) लगभग 99 प्रतिशत हो जाये तथा दूसरे सिरे पर चाँदी की पतली परत थी, जिससे उसकी परावर्तकता केवल 40 से 50 प्रतिशत थी।

मेमन ने एक ऐसा उपकरण बनाया, जिसमें यह रूबी छड़ एक कुण्डलाकार (helical) जीनॉन फ्लैश लैंप के अक्ष पर स्थित थी। इस कुण्डलाकार लैंप का सम्बंध, एक विद्युत ऊर्जा देने वाले उपकरण से कर दिया गया। इस उपकरण का बटन दबाने से, विद्युत विसर्जन प्रक्रिया द्वारा, लैंप से अत्यन्त चकाचौंध पैदा करने वाला प्रकाश निकला। जब लैंप को विद्युत ऊर्जा देकर चालु किया गया, तो इससे निकलने वाला प्रकाश रूबी छड़ पर पड़ा, जिससे एक प्रक्रिया हुई, और इस प्रक्रिया के फलस्वरूप, छड़ के कम चाँदी वाले सिरे से तुरंत ही एक लाल रंग की किरण निकली। मेमन ने इसी रक्तवर्ण किरण को लेजर किरण का नाम दिया। रूबी लेजर से प्राप्त किरणों की तरंगदैर्ध्य 6943 एंगस्ट्राम होती है। विश्व का यह प्रथम लेजर था।

प्रथम लेजर के आविष्कार के बाद और इसके विचित्र गुणों के कारण, विश्व के सभी देशो में भाँति-भाँति के लेजर विकसित करने की एक होड़ सी लग गयी। वैज्ञानिको के सतत् प्रयासो के फलस्वरूप, आज रूबी के अतिरिक्त बहुत से ऐसे पदार्थ खोज लिए गये हैं, जिनमें लेजर क्रिया सम्पन्न हो सकती है। लेजर किरण देने वाले इन पदार्थों को लेजर पदार्थ के नाम से जाना जाता है। आज अनेक पदार्थों, जैसे हीलियम नियॉन गैस, कार्बन डाइ आक्साइड गैस, अर्धचालक, ठोस अवस्था तथा प्लास्टिक आदि बहुत से ऐसे पदार्थ है, जिनसे भिन्न-भिन्न रंगों की तथा भिन्न-भिन्न शक्तियों की लेजर किरणें प्राप्त की जा चुकी है।

अन्त में हम बात करते है उन क्षेत्रों की जहाँ किसी न किसी प्रकार से लेजर ने अपनी उपस्थिति से क्षेत्र को प्रभावित किया है।

लेजर के उद्भव के साथ ही लगभग हर क्षेत्र मे इसका प्रयोग हो रहा है। कंप्यूटर के बाद, जिस तकनीकी ज्ञान ने मानव जीवन में क्रांतिकारी बदलाव लाने मे सर्वाधिक योगदान दिया है, वह लेजर ही है। इसका प्रयोग हम मूलभूत शोधकार्यों में तो कर ही रहे है। इसके अलावा मनोरंजन, इलेक्ट्रानिक-औद्योगिक, इलेक्ट्रानिक-संचार साधनों, यांत्रिक प्रयोगो, मौसम अध्ययन व अनुमान सम्बन्धी, सर्वे कार्यों, औषधि व शल्य चिकित्सा, सूचना प्रोद्योगिकी, यहाँ तक की युद्धकला के क्षेत्र में भी लेजर सफलता एवं सटीकता का पर्याय है। लेजर का एक विस्मयकारी प्रयोग है, होलोग्राम के बनाने में। जो एक त्रि-आयामी चित्र के समान होता है। लेजर के अनुप्रयोगो की वास्तव में कोई सीमा नही है।

इसके साथ ही मैं यह व्याख्यान समाप्त करता हूँ। आशा है, कि आप सभी को मेरे इस उद्बोधन से अवश्य लाभ हुआ होगा।

आप सभी का धन्यवाद!