

YAŞAMI KOLAYLAŞTIRAN IŞIK

LAZER

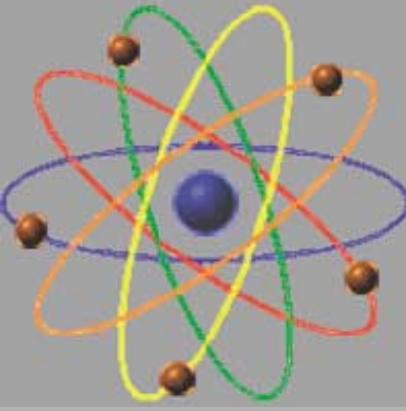
Lazer ışığı her yönde yayılan bildiğimiz ışıktan oldukça farklı. Tek dalga boylu ve tek yönde düz bir çizgide, dağılmaksızın yol alıyor. Gösteri amaçlı lazer ışıklarına, binaların tepesinde ya da diskotek türü eğlence yerlerinde, artık sıkça rastlanıyor. Çoğumuz, ilk kez bilim-kurgu filmlerle tanıdık lazeri. Hollywood sinemacıları, Amerikan ve Japon çizgi filmcileri, yaptıkları filmlerle ışın kılıçlarını, lazer tabancalarını daha çocuk yaşta yaşamımızın bir parçası kıldılar. Şimdilik filmlerde gördüğümüz bu ilginç ve değişik silahlar, üstünde ışılan ışığın cazibesinden mi, yoksa başedilemez bir güç etkisinden mi bilinmez, bazılarını korkuya ve reddetmeye itse de çoğunluğun düşlerini süslüyor yıllardır. Oysa lazer salt bir silah olmaktan çok uzak. Teknolojide ve günlük yaşamımızda vazgeçilmez araçlardan biri neredeyse. Gerçek bir ticari güç. İletişimden gökbilime, sağlıktan sanayiye, bilimsel araştırmalardan askeri uygulamalara, hatta evlerde kullandığımız CD çalıcılara kadar bir çok yerde yaygın olarak kullanılmakta.

Uyarılmış Işınım Yoluyla Yükseltilmiş Işık (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) LASER. İngilizce’de, bu sözcüklerle tanımlanıyor; aslında lazer ışığını elde ederken yapılan işlemin anlatımı. Dilimize de “lazer” olarak girmiş. Bu işlemle elde edilen ışık ışınları çok dar aralıkta dalga boyuna sahip; görünür

bölgede olduğunda tek renkli; oldukça yoğun ve doğrusal. Lazerler, farklı amaçlar için farklı özellikte, çok çeşitli üretilmekte. Örneğin, neon atomunun ışınmasına dayanan helyum-neon lazerinde, atomların iç işleyişlerini kabaca anımsamak, bu lazerde ışığın nasıl üretildiğini anlamakta en önemli yardımcı.

Atomun Yapısı

Evrende, birbirinden farklı sınırlı sayıda atom var. Her madde, bu atomların sınırsız sayıda, farklı düzenlenişlerinden oluşmuş. Atomların düzenleniş ve birbirleriyle bağlantı biçimleri, oluşan yapının katı, sıvı, gaz ya da metal, seramik, cam, sıvı vb. gibi ne tür

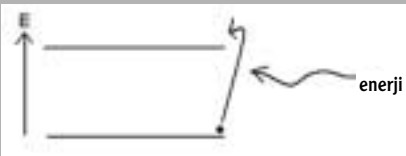


En basit atom modeli bir çekirdek ve çevresinde yörüngede dolanan elektronlardan oluşur.

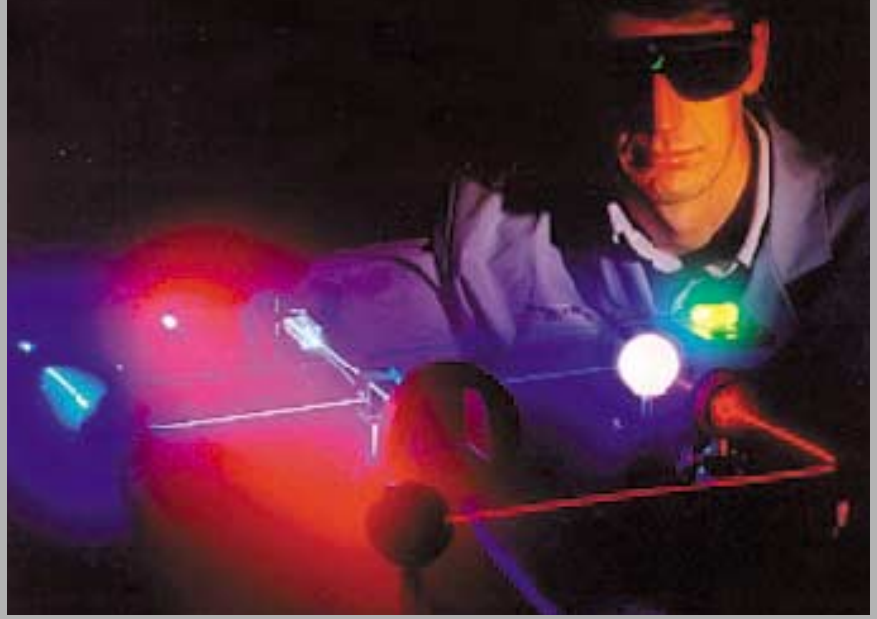
bir madde oluşturacaklarını belirliyor. Biliyoruz ki, maddeyi oluşturan atomlar sürekli olarak titreşir, hareket ederler. Kullandığımız kalem, üzerine oturduğumuz sandalye, çalıştığımız masa gibi çevremizde gördüğümüz her türlü katı maddeyi oluşturan atomlar bile hareketliler.

Bir basit atom, proton ve nötronları olan bir çekirdekle, bu çekirdeğin çevresinde dolanan elektronları içerir. Atom yapısına ilişkin çağdaş görüş, elektron yörüngelerinin kesikli olduğunu söyler. Elektronların çekirdek çevresinde, farklı yörüngelerde dönecek hareket ettiklerini varsaymak, bu yörüngelerin atomun farklı enerji düzeyleri olduğunu kabul etmek, lazer işleyişini anlamakta önemli. Her atomun kendine özgü bir iç enerjisi var. Bir atoma, ısı, ışık ya da elektrik yoluyla dışarıdan uygulanacak bir enerji, atomun uyarılmasına, elektronlarının da yörüngeler arasında geçişler yapmasına neden olur. Elektronlar çekirdeğe yakın düşük enerjili düzeyden (yörüngeden), çekirdekten daha uzaktaki yüksek enerjili düzeylere geçerler. Uyarılma miktarı, uygulanan dış enerjinin büyüklüğüyle değişir.

Uyarılan bir atom, enerjiyi soğurur. Soğurulan enerji yeterince büyükse,



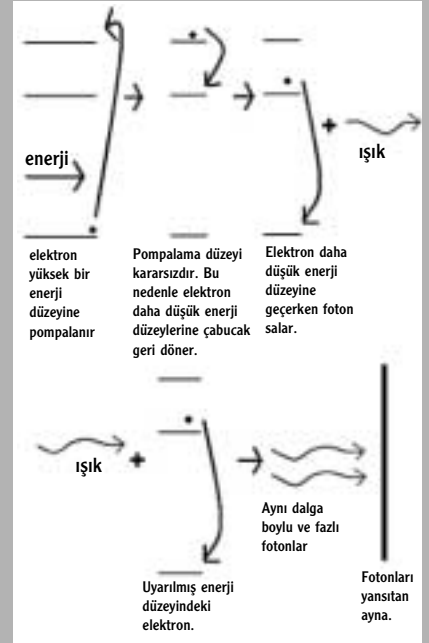
Enerjinin soğurumu ve yayımı



elektronun kendi yörüngesinden koparak, daha yüksek enerjili bir yörüngeye doğru hareket etmesine neden olur -enerjinin büyüklüğü bazen elektronun bir kaç düzey atlamasını sağlayabilir. Ancak elektron geçiş yaptığı düzeyde kalmaz; önceki durumuna, kendi yörüngesine dönmek ister. Bu dönüş sırasında elektron kendiliğinden foton (kütleless ışık parçacığı) salarak ışığa yapar, böylece fazla enerjisinden kurtulur. Gerçekte, atomal bir kaynaktan ışık üreten herşey, yörüngelerdeki elektron hareketinin sonucunda foton salınmasıyla ortaya çıkar. Çok basit anlatılan ışığa oluşumu, lazer koşullarındaki bir atomun nasıl davrandığını yansıtır. Tıpkı, televizyon ekranındaki bir görüntünün, aslında yüksek enerjili elektronlarla uyarılmış fosfor atomlarının, ışığın farklı renklerini yayması gibidir lazerin temel işleyişi.

Lazer Işığı

Genellikle bir lazer, lazer ışığını sağlayacak katı, sıvı ya da gaz bir ortamla, bu ışığı yükseltici biri yarı geçirgen iki aynadan oluşan bir çımlaç (rezonatör) ve ortam atomlarını uyarılamakta kullanılan bir ışık kaynağından oluşan bir cihaz. Böyle bir ortamla elde edilen lazer ışığı, ışığın tek bir dalga boyunu içerir. Işığın dalga boyu görünür bölgeye denk geliyorsa, bu ışığa tek-renkli bir ışık denebilir. Elektronun kendi yörüngesine dönerken bıraktığı enerji miktarına bağlı olarak ışığın dalga boyu değişir. Elektronların saldırdığı fotonlar, her aşamada, diğer fotonlarla uyum içinde hareket eder. Lazer ışığı, güçlü ve yoğun, doğrusal bir ışın demeti. Bu özellikleriyle de bildik ışıktan oldukça farklı.



Enerjinin salımı

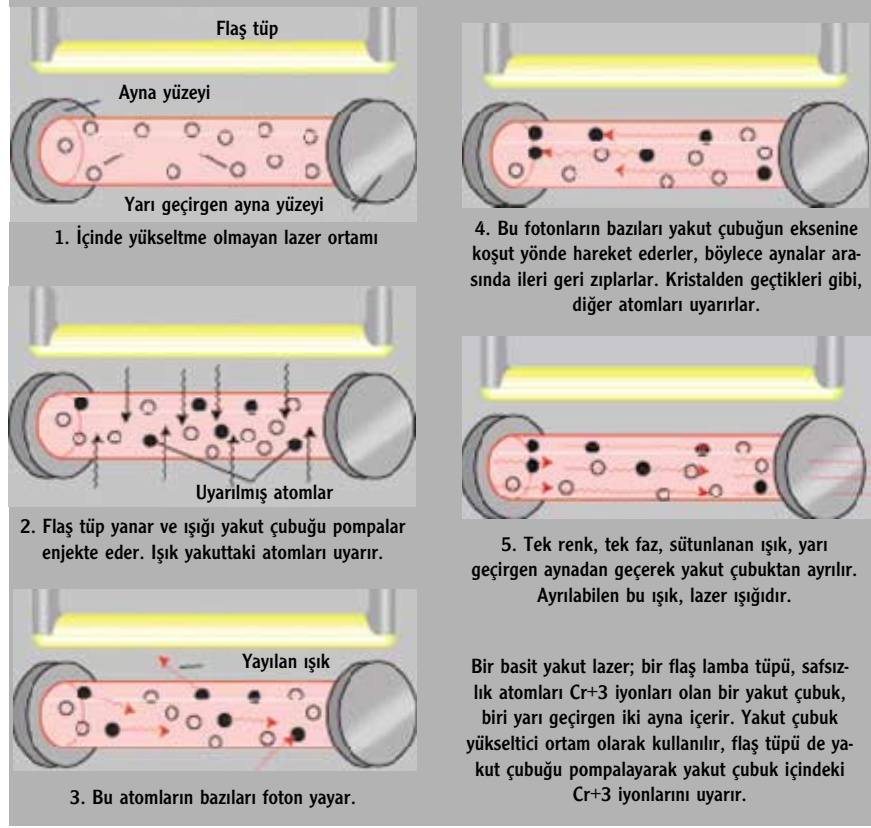
Bu özelliklerde bir ışık, yani lazer ışığı oluşturmak uyarılma yayılımı denen atomik bir işlemi gerektirir. Herhangi uyarılmış bir atomun elektronu aracılığıyla saldırdığı foton ya da yaptığı ışığa, atomun normal durumuyla uyarılmış durumu arasındaki enerji farkınca belirlenen tek bir dalga boyundadır. Belirli enerjiye sahip bu foton, aynı biçimde uyarılmış elektronu olan başka bir atomla karşılaşır, uyarılmış yayılım oluşur. İlk foton da atomik yayılımı uyarabilir ya da atomik yayılıma neden olabilir; ilk fotonun ikinci bir atomu uyarılmasıyla ortaya çıkan, ikinci atomdan gelen ikincil foton, ilk gelen fotonla aynı yönde ve sıklıkta titreşir. Lazerin verimli çalışabilmesi, uyarılmış durumdaki atomların çokluğuyla doğrudan ilişkili.

Tek dalga boyundaki ve fazdaki fotonlar, yükseltici ortamın iki ucuna yerleştirilmiş aynalar arasında, yüksel-

tici ortam boyunca ileri geri yol alarak yansır. Yol alış sırasında fotonlar diğer atomları da uyararak elektronları daha yüksek enerji düzeylerine sıçartırlar; böylelikle, aynı dalga boylu ve fazlı daha çok fotonun yayılımına neden olabilirler. Bir çağlayan etkisi oluşur; kısa bir sürede aynı dalga boylu ve fazlı çok sayıda foton yayılımı sağlanmış olur. Lazerin ucundaki yarı geçirgen aynadan geçebilen ışık lazer ışığıdır.

Lazer Türleri

En genel haliyle iki farklı tür lazerden söz edilebilir. Sürekli-dalga (continuous-wave; cw) lazerler, darbeleri lazerler. Sürekli-dalga lazerlerinde anlık ışığa gücüyle, ortalama ışığa gücü birbirine eşitken, darbeleri lazerlerin ani ışığa güçlerinin çok yüksek olmasına karşın, ortalama ışığa güçleri oldukça düşük olabilir. Bu temel ayırmadan sonra lazerlerin farklı ölçütlerle sınıflandırılması söz konusu. Ancak en



Uzmanına Sorduk

Lazer araştırmaları hakkında neler söylebilir?

Günümüzde, lazer araştırmalarının, teknoloji ve ticarete büyük önem kazanan lazer ışığının dalga boyunu kısaltmak, daha yoğun yapmak gibi bir kaç hedefi var. Örneğin, önce Japonlar, sonra da Amerikalılar yükseltici ortamı galyum-nitrat olan bir lazerle, ışığa dalga boyu 300 nm civarında olan lazer ışığını bir kaç yıl önce elde ettiler.

Dalga boyu kısaltıkça, dalga boyuyla orantılı olduğundan odaklanabilecek ışık çapını küçültmek mümkün. Bu sayede kırınım sınırı aşılamıyor ama küçülüyor. O zaman, daha küçük yapılara girebilme ya da CD üzerinde daha küçük alanlara yazarak, aynı diskin üzerine daha fazla bilgi saklama olanağı doğuyor. Özellikle çok büyük şirketler, günde milyonlarca satır bilgi ve belge saklıyorlar; her çeşit belge, teknolojik belge, parasal belge, idari belge. Çok büyük arşivlere sahipler. Kağıt olarak tutulsa koyacak yer bulamıyorlar; Aynı durum CD'ler için de geçerli. Bu yüzden CD'lere daha çok bilgi yazma isteği var. Dalga boyunu kısaltmanın en ticari sebebi bu.

Ticaretin bir başka alanı, optik iletişim. Optik iletişimin ışık kaynağıysa lazerler. Tek kipli optik bir fiberin içinden lazer ışığı gönderiliyor ve diğer

ucundan detektörle gözleniyor. Bu, ticaret alanının birinci hedefi. Aynı fiberden geçen kanal sayısını artırmak, yani, farklı dalga boylarını istenilen zamanda gönderebilecek lazerlere gereksinim var. Bu işi yapabilen ya da yapmaya çalışan sınırlı sayıda şirket var dünyada. Firmaların temel amacı, bir lazer diyeti alıp, onu kendine özgü teknolojiyle, istenildiği anda istenilen dalga boyuna ayarlayabilmek. Dalga boyları arasındaki uzaklık da GHz olarak veriliyor. Sanıyorum, şu anda en iyi laboratuvar teknolojisiyle 25 GHz'e ulaşıldı. Dalga boyuna çevirilirse, nanometre mertebesinde ya da nanometreden daha küçük bir rakama karşılık geliyor. Örneğin 550.10 nanometreye 550.80 nanometre arasındaki 0.20 gibi çok küçük farklılıklara ayarlamaya çalışıyorlar. Uluslararası İletişim Birliği'nin (ITU) kuralları nedeniyle bu küçük farklılıklar çok önemli. ITU, iletişimde kullanılacak ışık kaynaklarının hangi dalga boylarında olması gerektiğini standartlaştırmış; söz konusu standartlara göre dalga boyları arasındaki fark bu denli küçük. Firmalar da bu sıklıklara uymaya çalışıyorlar; hatta biri başarmış durumda; ama ticari olarak henüz piyasaya sürülmedi. Başka bir firmanın piyasada bulunan ürünü 25 GHz değilse de 50 ya da 100 GHz civarında. En çok para kazandıracak işlerden biri de bu. Ticari araştırmaların ikinci hedefi ayarlanabilme. Şu anda iletişimde 1310 nm ve 1550 nm dalga boyları kullanılmakta. Bu civarlarda istenilen aralıklarla, istenilen güçte dalga boyunu ayarlayabilmek lazerler açısından çok önemli.

Yüksek güçler, özellikle de ani yüksek güçler her zaman önemli. Yüksek gücün askeri kullanımları var. Bugün diyet ortamına bağlı yapılan lazerlerde sürekli-dalga güçler yüzlerce kW mertebesine çıkabiliyor. Eksimer lazerle 400 kW optik güce ulaşıldığını biliyorum. Elektriksel güç çok daha faz-

la. Bunların, başta balistik füzeleri havada yakalayabilmek yetenekleri üzere değişik uygulamaları var. Hatta bildiğim kadarıyla, katı hal lazerlerinde, Nd:YAG'da 1kW'lık sürekli-dalga güç bir yıl önce aşıldı. Çok yüksek, kavurucu, tehlikeli güçler bunlar. Bu kadar yüksek gücün üretildiği ortamlarda çok fazla ısı açığa çıkıyor; bu ısının etkin etkinliğinde oradan taşınması gerekiyor. İşte, makine mühendisliğinin en büyük becerilerinin ortaya konduğu soğutma tekniklerinin bulunduğu bir başka alan çıkıyor karşımıza. Askeri olarak balistik füzeleri havada yakalamak, optik aygıtlarla döşenmiş tank gibi düşman araçlarının optik pencerelerini tahrip etmek, bulunduğu yerin koordinatlarının saptanmasına yardımcı olmak savaş sırasında önemli. Irak savaşında da lazerlerin çok etkin biçimde kullanıldığına eminim. İleri gözetleyici, 2-5 km'den -artık ne kadar yaklaşabilirse- elindeki lazerle hedef tankı aydınlatıyor; bu kızıltesi aydınlatma da olabilir, yani hiç görünmeyebilir. Tankın içindeki mürettebatın olan bitenden haberi olamıyor. Aydınlatmadan yararlanan uçak pilotu tankın bulunduğu yerin koordinatlarını bilgisayarına giriyor ve bombayı gönderiyor. O tankın kurtulması söz konusu değil. Ancak Iraklılar, bu durumu biliyor olmalı ki, bol miktarda ham petrol yakarak atmosferik koşulları değiştirmeye çalıştı. Bu sayede hedef sapmaları yaratmayı umuyorlardı herhalde. Atmosferde bol miktarda toz parçacıkları olursa, dağınık saçılma çok artıyor; o zaman da hedef saptaması ya da görememek olası.

Lazer seçiminde ne tür ölçütlere gerek var?

Darbeleri mi çalışıyor, sürekli-dalga mı çalışıyor? Dalga boyu nedir? Kısa mesafede soğurulsun isteniyorsa kısa dalga boylu, iletişimde kullanılacaksa 1550 nm civarında dalga boyunda olması gerek gibi. Öncelikle dalga boyuna, sonra güce ve ortalama



Beyaz bir ışık kaynağı yerine diyot lazerler kullanılarak pompalanan ve diyot pompalı lazerler adını alan yeni tür lazerler, çok daha yüksek güçlere ulaşmayı sağlayabiliyor.

yaygın olanı, katı hal lazerleri, sıvı boya lazerleri, gaz lazerleri, lazer diyotlar gibi yükseltici ortamın esas alındığı sınıflandırma. Lazerlerin bir başka sınıflandırmasındaysa, yarattıkları biyolojik hasarlar esas alınır. Hemen her lazer tüpünün üstünde ne tür bir hasar verdiğine ilişkin sınıflandırma etiketi bulunur.

güce karar vermek gibi gereksinime yönelik ölçütler var. Bu ölçütleri, hangi lazer en ekonomik ölçütlerde sağlıyorsa, o lazer işe yarar denebilir. Ama tipik olarak, güçlü lazerler ameliyatlarda, makine aksamı üretimi, metal kesmek vb. gibi işlerde kullanılıyor. Boyutları çok küçük, verimleri çok yüksek lazer diyotlar daha çok askeri ve iletişime yönelik ortamlarda ya da CD çalarlarda kullanılıyor.

Geçtiğimiz yıllarda lazer diyotlardan elde edilen optik güçler çok yükseldi; 100 W'lara çıkmaya başladı. Bunlarla diğer lazerleri pompalamak mümkün oldu. Çok verimli katı-hal lazerleri yapıyor; örneğin YAG lazerlerde, anlık aydınlatma yükseltici ortamı uyarır ve lazer ışığını elde edersiniz. Ancak aydınlatmanız geniş bir spektrumda ışıyor. Optik ışıktan, kızılötesine, morötesine geniş bir spektrumu var. Oysa beyaz ışık kaynağı yerine bir diyot lazer plakası konursa, bu diyot lazerden çıkacak ışığın dalga boyu da yükseltici ortamın soğurma bandına denk getirilirse, o zaman çok verimli bir çiftlenme olayı gerçekleşiyor. Bu sayede, çok daha denetlenebilir bir yapı elde ediliyor. Nd+3 iyonunun belli bir geçişinin sağlanması, beyaz ışık kaynaklarıyla yapıldığı zaman, iyonların bir kısmı geçiş yapabilirken, diğerlerinde bir işe yaramıyor. Halbuki, diyot lazerle aydınlatılan YAG çubuğunda, hemen hemen her foton bir uyardıya, uyarılma da bir geçişe neden oluyor. Böyle bir uygulamayla çok daha verimli bir lazer ortamı sağlanabiliyor. İngilizce'de diyotla pompalanan anlamında "diode pumped" diyorlar. Yeni teknolojiler yavaş yavaş bu yönetime kayıyorlar. Tek problem lazer diyot çubukların çok pahalı oluşu. Herhalde onların da fiyatları zaman içinde düşer. Daha yüksek güce erişilmesindeki en önemli faktörlerden bir tanesi de bu.

Lazerlerin bugünkü noktaya ulaşması ne kadar zaman aldı, gelecek için neler vaadediyor?

Bazı uygulamalar

Tıbbi uygulamalarda yaygın olarak eksimer lazeri kullanılmakta. Bu tür lazerlerde yükseltici ortam, örneğin argon gibi bir asal gazla (başka elementlerle normal koşullarda kimyasal tepkimeye girmeyen, periyodik tablonun 0 grubunu oluşturan kimyasal elementler) flor gibi bir halojenden (çok kolay kimyasal tepkime yapabilen, periyodik tablonun VIIa grubunu oluşturan ametal kimyasal elementler) oluşur. Argon, normal koşullar altında tepkimeye giren bir gaz olmadığından, normal koşullarda argon ve flor bir molekül oluşturamazlar. Ancak bir boşalma (deşarj) ortamında, her ikisinin uyarılmış duruma çıkarılması halinde, uyarılmış durumda bir molekül oluştururlar. Dimerimsi (dimer = uyarılmış farklı iki atomun, uyarılmış durumdayken oluşturdukları moleküler yapı) denen bu molekül, taban enerji durumuna inerken bir ışımaya yapar. Bu ışık da eksimer ışık adını alır. Genellikle



darbeli bir lazer türü olan eksimer lazerler morötesi ışımalar yaparlar. Bazı göz ameliyatlarında yaygın olarak kullanılırlar.

Lasik ameliyatı; Gözün saydam tabakasında, görme bozukluklarına neden olan şekil bozukluklarını gidermekte Argon flor ortamında, 193 nanometre (1 nm = metrenin milyarda biri) dalga boyulu lazer ışığı üreten darbeli eksimer lazerler kullanılmakta. Saydam tabakada oluşan bozuklukları içeren dokular, ani vuruşlarla buhar-

lık lazer olayı 1960'ta gösterildi. 40 yılda bir çok büyük başarılar elde edildi. Başlangıçta lazerlerin en önemli katkısı ticari olmaktan çok, bilimseldi. Örneğin, şu anda lazer olmasa, özellikle spektroskopide (tayfölcüm) çoğu iş yapılamaz. Spektroskopide, özellikle Raman saçılması gibi tek-renkli ışık kaynaklarına gereksinim duyan spektroskopik tekniklerde, lazerler çok büyük bir atılım sağladılar. Tabii, teknolojik gelişmeyi dürttüleyen talep. Tıpta, gökbilimde, uzay araştırmalarında, neredeyse hemen her alanda, bence çok büyük mesafeler alındı; ama işin sonuna gelindiğini kesinlikle düşünmüyorum. Büyük hayallerden bir tanesi, örneğin sıfır eşik akımlı lazer diyotlar yapabilmek; Normal bir diyotun akım-voltaj grafiği incelenirse, ileri besleme halinde, birden belli bir eşik değerinde -örneğin silikon için 0,6 V civarında- akım birden akmaya başlar, ters yönde uzun bir voltaj aralığında hiç bir şey olmaz, sonra kırılır. Lazer diyot da böyle bir şey aslında; tek farkı ileri beslendiği zaman ayrıca ışık çıkartıyor olması. Lazer diyotlarda istenen, ışık çıkışının, eşik değerini aştıktan sonra değil, voltaj artırılmaya başlandığı andan itibaren olması. Lazerlerin kullandığı hemen her alanda önemli ve etkin teknolojik gelişmeler olacağı yönünde beklenti ve hayaller var. Teknolojinin hemen hemen bütün cepheelerinde lazerlerin önemi artacak şüphesiz.

Peki Bilimsel araştırmalar nasıl etkileniyor?

Aslında bu tavukla yumurta ilişkisine benziyor. Teknoloji bir yanda lazeri geliştiriyor, çeşitlerini artırıyor, dalga boylarını çeşitlendiriyor, gücünü artırıyor, bir yanda da ortaya çıkan teknoloji bilimsel gelişmeleri körüklüyor. Laboratuvarımızda da bulunan bir argon lazeriyle eskiden 5-6 tane dalga boyuna ulaşabilirken, şimdi bir küçük lazer diyotla, bir sürü dalga boyuna ulaşabiliyoruz; çok değ-

şik dalga boylarında spektroskopi yapabiliyoruz. Daha 10 yıl önce, argon lazerin sınırlı sunumlarıyla yetinmek zorundaydık. Paranız varsa çok pahalı bir kripton lazer alıp, kırmızıda bir kaç dalga boyuna ulaşmak söz konusuydu; ya da bir sürü lazer almak gerekiyordu. Oysa şimdi, çok ucuz maliyetlerle, değişik dalga boylarında spektroskopi yapmak çok kolaylaştı. Yeni teknoloji çıkıyor, o teknoloji bilimsel gelişmeyi körüklüyor, bu körüklemeye elde ettiğimiz bilgilerin daha gelişkin teknolojiye yol açması şaşırtıcı değil.

Herhangi bir kişi ev ortamında lazer yapabilir mi?

Bu konuda Scientific American'da çıkmış makaleler olduğunu biliyorum. Epeyce eski üstelik. Başta helyum neon olmak üzere karbondioksit vs. gibi lazerlerin ev denebilecek ortamlarda, laboratuvarında ya da çok meraklı insanların kendi atölyelerinde yapabilmelerine yardımcı reçeteler mevcut. Burada önemli olan, gaz lazerler için cam teknolojisini çok iyi bilmek; son derece temiz gazlarla çalışmak gibi zorunluluklar. Temiz ortam son derece önemli. Teknolojik bilgileri, elektronik bilgileri olan, epey meraklı kişilerin yapabileceği şeyler. Meraklı insanların evde değilse de küçük atölyelerde gerçekleştirebilme olasılıkları var. Sonuçta, bu iş elektrik gücü kaynağıyla başlıyor; yani elektrik, elektronik bilgisi gerektiriyor. Bazı lazerler çok yüksek akım ve gerilim gerektiriyor. Flaş lambalarında YAG lazeri yapmak görece kolay gibi görünse de YAG çubuğunu, aynaları satın almanız, güç kaynağı yapmanız zorunlu. Güç kaynağının darbeli olması, belki birkaç kV olması gerekiyor gibi bir dolu unsur işin içinde. Özet olarak, sıradan birinin yapabileceği bir şey değil.

Prof. Dr. Atilla Aydınlı

Bilkent Üniversitesi, Fen Fakültesi, Fizik Bölümü

laştırılarak doku yüzey düzgünlüğü sağlanıyor ve görmeyi engelleyen yapılar yok ediliyor.

Görünür bölgede 514 nm dalgaboyundan morötesi 350 nm dalga boyuna kadar geniş bir aralıkta ışıma yapabiliyor Argon lazeri. Göz ameliyatlarında genellikle 488 ya da 514 nm dalga boylu argon lazerler kullanılmakta.

Fotokoagülasyon ameliyatı; Özellikle şeker hastalarında göz içindeki arka duvar çeperindeki damarlar çatlar ya da kanar. Kanama sonrasında kan pıhtıları göz sıvısının içinde dolaşarak görmeyi engelliyor. Argon lazerler, şeker hastalarının sık sık denetlenerek, kanamaların başlama anında ya da başlamadan damarlara müdahale edilmesini, yakma yoluyla hasarların giderilmesini sağlıyorlar.

1064 nm dalga boyunda kızılötesi ışıma yapan Nd (neodimyum): YAG (Yttriyum-Alüminyum-Garnet = İttriyum-alüminyum-garnet = saydam, kırmızı bir silikat mineral) lazerleri de katarakt ameliyatlarında ya da iriste bir delik açmayı sağlayan iriditomi ameliyatlarında kullanılıyorlar.

Lazerler üriner sistem rahatsızlıklarını gidermeye yönelik bazı ameliyatlarda da kullanılıyor. Ayrıca kozmetik dünyasında, özellikle güzellik salonlarında kullanılan lazer cihazları da var. Ancak bu tür kullanımları de-



nemeden önce, kullanıcıların hem cihaz, hem de cihazın kullanımına yönelik yeterli bilgiye sahip olup olmadığı dikkatle soruşturulmalı.

Biyolojik Hasarlar

Lazerler neden olabilecekleri potansiyel biyolojik zararlara göre, 4 yaygın alanda sınıflandırılırlar; sınıflandırılma türüne ilişkin bilgi, lazerlerin üzerinde belirtilir:

I. Sınıf; Bu lazerler bilinen tehlikeli düzeyde ışın yaymazlar. I.A. sınıfı; özel gösterim, bir süpermarket kasasının lazer tarayıcısı gibi görüş için olmayan lazerlere uygulanır. Bu sınıftaki lazerlerin güç üst sınırı 4mW.

II. Sınıf; Bunlar I. Sınıf üzerinde ışın yayan düşük güçlü görünür lazerlerdir ama ışık yayma gücü 1 mW'ın üzerinde değildir. Genel düşünce, insanın parlak bir ışık karşısındaki do-

ğuş kullanır. Bazı lazer yazıcılarda ya da CD çalıcılarda yazıcı kaynak olarak kullanılabilirler.

Yakut lazer bir katı-hal lazeridir ve 694 nanometrelik dalga boylu lazer ışık yayar. Diğer yükseltici ortamlar dalga boyu yayılımı, güç gereksinimi, ve darbe süresi gibi özellikler gözönünde tutularak seçilebilir.

Karbondioksit gibi bazı lazerler, çelik malzemeleri bile kesebilecek kadar güçlüler. Karbonioksit lazerler elektromanyetik ışık tayfının kızılötesi ve mikrodalga bölgesinde lazer ışığı ürettiklerinden oldukça tehlikeli olabilirler.

Bazı Lazerler ve Yayılım Dalga Boyları

Lazer Türü	Dalga Boyu (nm)
Argon Florid (morötesi)	193
Kripton Florid (morötesi)	248
Nitrojen (morötesi)	337
Argon (mavi)	488
Argon (yeşil)	514
Helyum neon (yeşil)	543
Helyum neon (kırmızı)	633
Rhodamine 6G boya (ayarlanabilir)	570-650
Yakut (CrAlO3) (kırmızı)	694
Nd:YAG (yakın kızılötesi)	1064
Karbonioksit (uzak kızılötesi)	10600

ğal tepkisinin kişiyi koruyacağı şeklinde.

III. Sınıf; Bunlar, yalnızca ışın demetinin içine bakıldığında zararlı olan orta-güçlü, (1-5 mW) sürekli dalga lazerler. Kalem şeklindeki çoğu lazer göstericisi bu sınıfta.

IV. Sınıf; Bunlar yüksek güçlü (500 mW sürekli-dalga, ya da 10 J/cm² gücünde darbeleri lazerler) doğrudan ya da saçılma gibi herhangi bir koşulda görüş ve deriye zarar veren yakıcı türden lazerler. Bu sınıftaki lazerlerin uygulamaları, önemli denetimleri gerektirir.

Lazerlerin özellikle gözle ilgili olan biyolojik hasarları çok önemli. İstenmeyen dozlarda lazer ışığının özellikle göze çarpması, son derece tehlikeli. Ne yazık ki, çok dikkat edilen bir konu değil; özellikle bazı eğlence ortamlarında, çeşitli kutlama alanlarında lazerlerle rasgele aydınlatmalar yapılıyor. Hiç olmadık bir yer ve beklenmedik bir zamanda, bir bardak ya da şişeden yansıyan lazer ışığı, orada bulunan birinin gözüne odaklanabilir. Tedavisi olmayan hasarlara yol açabilir. Gözü, doğrudan ya da dolaylı, saçılmış ya da doğrusal gelen lazer ışımından korumak bir zorunluluk. Biyolojik korunmadaki en kritik organ göz. Çok zayıf ışık kaynakları zararlı olmasa da, gücünü anlamaya çalışmak zor. Bu nedenle, doğrudan ya da saçılmış lazer kaynaklarına bakmamak, bakmak gerekiyorsa da bunları zayıflatan ya da geçirmeyen gözlükler kullanmak çok önemli. Öteki hasarların etkisinin ikinci dereceden olduğu varsayılabilir. Çok yüksek optik güç kaynakları, özellikle darbeleri olanlar, insan cildinde yanıklara yol açabilir. Daha ikincil bir zarar olmakla birlikte gücün çok arttığı durumlarda, kolaylıkla çok ciddi yanıklara neden olur.

Günümüzde lazerler, çoğu uygulayıcının, araştırmacının, tıp doktorunun en önemli aracı. Bu aracın gelecekte hangi biçimde, hangi uygulamayla karşımıza çıkacağını henüz bilmiyoruz ama öğrenmek için çok bekleme-yeceğimizi söylemek olası.

Serpil Yıldız

Bazı Lazerler

Yakut ya da Nd: YAG lazerleri gibi katı-hal lazerler bir katı matris içinde dağıtılan yükseltici malzemelere sahip. Nd: YAG lazerler 1064 nanometre dalga boylu kızılötesi ışık yayarlar.

Helyum-neon (en yaygın lazer türleri) gibi gaz lazerleri görünür kırmızı ışık verenlerin başında gelir. Karbonioksit lazerler, kızılötesinin ötesinde enerji yayıyorlar ve sert malzemeleri kesmekte kullanılırlar.

İngilizce "excited" ve "dimer" sözcüklerinden türetilmiş "excimer (eksimer)" lazerler, argon, kripton, ksenon gibi asal gazlarla karıştırılmış klorin, florin gibi tepki oluşturan gazları kullanırlar. Elektriksel olarak uyarıldıklarında, bir dimerimsi molekül üretilir. Yükseltildiğinde, dimer morötesi alanında ışık üretir.

Boya lazerleri, rhodamine 6G'de olduğu gibi yükseltici ortamı sıvı çözeltisi ya da süspansiyonu olan karmaşık büyük organik boyalar kullanırlar. Geniş bir dalga boylu aralığında ayarlanabilirler (tunable).

Diyot lazer olarak da bilinen yarıiletken lazerler katı-hal lazerler sınıfında sayılmazlar. Bu elektronik aygıtlar genellikle çok küçüktür ve düşük

Kaynaklar
<http://science.howstuffworks.com/laser.htm>
http://science.howstuffworks.com/framed.htm?parent=laser.htm&url=http://www.fda.gov/fdac/features/1998/498_eye.html
<http://science.howstuffworks.com/framed.htm?parent=laser.htm&url=http://www.misty.com/~don/laserdon.htm>
<http://entertainment.howstuffworks.com/cd-burner.htm>