



NASIL ÇALIŞIR

Turkan Yoney

Lazer Nedir, Nasıl Çalışır?

Lazerler günümüzde CD çarılardan diş hekimleri aletlerine, yüksek-hız matel kesme aletlerinden ölçüm sistemlerine kadar şaşırtıcı çeşitlilikte ürün ve teknolojide kullanılıyor. Peki ama bu lazer denen şey ne? Lazer ışığının bir fener ışığından farklı kılan ne?

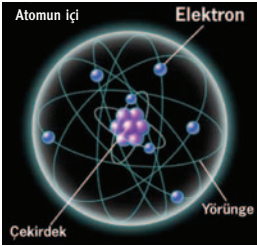
Atomun Temelleri

Evrenin tamamında sadece 100 civarında farklı tür atom var. Gördüğümüz herşey işte bu 100 atomun sınırsız kombinasyonundan meydana geliyor. Bu atomların nasıl bir düzenek içinde yer aldıkları ve birbirlerine nasıl bağlandıkları, bir bardak su mu, bir metal parçası mı yoksa soda şişesinden çıkan gaz mı olacaklarını belirliyor.

Atomlar sürekli hareket halinde. Sürekli titreşip, hareket edip dönüyorlar. Üstünde oturduğumuz sandalyeleri meydana getiren atomlar bile hareket halindedir! Atomlar farklı uyarım hallerinde, daha doğrusu farklı enerjilerde olabilirler. Bir atoma önemli bir miktar enerji uygulanırsa, temel durum enerjiden çıkıp uyarılmış hale geçebilir. Bu uyarım düzeyi, ısı, ışık, ya da elektrik aracılığıyla uygulanan enerjiye bağlı.

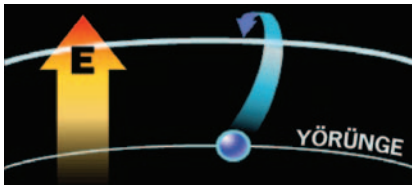
Bir atomun neye benzediğinin klasik bir yorumu:

En basit modelde atom, proton ve nötronlar içeren bir çekirdek ve bir elektron bulutundan oluşur. Bulut içindeki bu elektronlar, çekirdeğin çevresindeki pek çok farklı yörüngeye dönerler.



Enerjiyi Soğurmak

Atoma ilişkin daha modern görüşler, elektronlar için farklı yörüngeler tanımlasalar da, bu yörüngeleri atomun farklı enerji düzeyleri olarak düşünmek gerekir. Yani bir atoma ısı uygularsak, alt enerji yörüngelerindeki elektronların, çekirdekteki uzaktaki daha yüksek enerji yörüngelerine



geçmelerini bekleyebiliriz. Bu oldukça basitleştirilmiş anlamda, aslında atomların lazerlerdeki işleyişlerini gösteren temel fikri yansıtır.

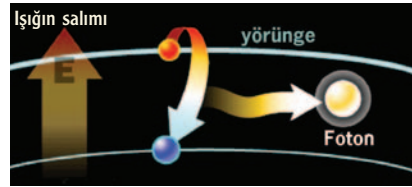
Elektron daha yüksek enerji yörüngesine çıktıktan sonra, temel durumuna dönmek ister. Bunu yaptığında, enerjisini foton, yani ışık parçasığı olarak bırakır. Örneğin ekmeğe kızartma makinesindeki ısıtma elemanının parlak kırmızıya dönüşmesi, ısıyla uyarılmış atomların kırmızı fotonlar bırakmalarıyla gerçekleşir. TV ekranında gördüğümüz resimler, aslında çok hızlı elektronlar tarafından uyarılan fosfor atomlarının farklı renkte ürettikleri ışıklardır. Floresan ışığı olsun, gaz lambası olsun, akkor ampuller olsun, ışık üreten herşey, yörünge değiştirip fotonları bırakan elektronların hareketi sonucu gerçekleşir bu ışık.

Lazer / Atom İlişkisi

Lazer, enerji verilmiş atomların bıraktıkları fotonları kontrol eden bir aygıt. Lazer aslında "ışığın uyarılmış radyasyon yayımı tarafından büyütülmesi" anlamındaki "light amplification by stimulated emission of radiation" sözcüklerinin başharflerinin bir araya gelmesinden oluşmuş bir sözcük ve lazerin nasıl çalıştığını kısa ve öz bir şekilde açıklıyor.

Pekçok tipte lazer olmasına karşın, hepsinin belli temel özellikleri var. Lazerde yayıcı ortam, atomları uyarılmış düzeye çıkarmak üzere "pompanalmıştır". Çok yoğun ışık çarları veya elektrik boşaltımları yayıcı ortamı pompalar ve çok sayıda uyarılmış atom üretir. Lazerin etkin bir biçimde çalışabilmesi için, uyarılmış atomların çok fazla sayıda olmaları gerekir. Genelde atomlar, temel durum enerjiden düzeyinden iki ya da üç düzey daha yukarıda uyarılırlar. Bu, nüfus terselme derecesini artırır. Nüfus terselmesiyle, uyarılmış düzeydeki atom sayısına karşı, temel durum düzeyindeki atom sayısı demek.

Bir kez yayma ortamı pompanlandığında, artık bu ortamda uyarılmış düzeyde duran atomlar topluluğu bulunur. Uyarılmış elektronların enerjileri, görece sakin elektronlardan daha fazladır. Bu düzeye ulaşmak için bir miktar enerji soğurdıkları gibi, bu enerjileri bırakabilirler de. Aşağıdaki şekilde de anlaşılacağı üzere, elektron sakinleşirken karşılığında bir miktar enerjiden kurtulur. Yayılan enerji, fotonlar (ışık enerjisi) biçiminde ortaya çıkar. Yayılan fotonun çok belirgin bir dalga boyu (rengi) vardır ki bu, elektronun fo-



ton bıraktığındaki enerji düzeyine bağlıdır. Aynı durumda bulunan birbirinin aynı iki atom, aynı dalga boyunda fotonlar bırakır.

Lazer Işığı

Lazer ışığının normal ışıktan çok farklı olan özellikleri:

- Bırakılan ışık tek renklidir. Tek bir renkte özel bir dalga boyu vardır.
- Bırakılan ışık, tutarlı ve örgütlü - her bir foton diğeryle uyum içinde hareket eder. Bu da tüm fotonların birliğin içinde olan dalga cepheleleri olduğunu gösterir.
- Işık çok yönlümlidir. Bir lazer ışığının çok kuvvetli ve yoğun, çok sıkı bir ışık demeti vardır. Bir el feneri ışığıysa, birçok yönde ışık yayıyor ve yaydığı ışık çok zayıf ve dağınıktır.

Bütün bu özellikleri ortaya çıkarabilmek için, uyarılmış emisyon denen durumun varlığı gerekiyor. Örneğin el fenerinde atomlar fotonlarını rastlantısal olarak bırakırlar, oysa uyarılmış emisyonunda, foton yayımı örgütlüdür. Herhangi bir atomun bıraktığı fotonun, uyarılmış durumla temel durumu arasındaki enerji farkına bağlı belli bir dalga boyu vardır. Eğer belli bir enerji ve evreye sahip bu foton, aynı uyarılmış düzeyde başka bir atoma karşılaşırsa, uyarılmış emisyon olabilir. Birinci foton, kendinden sonra yayılan foton (ikinci atomdan) ile aynı frekans ve yönde titreşeceği bir atomik emisyon yaratır.

Lazerle ilgili ikinci anahtar, dalga yayıcı ortamın her iki ucunda bulunan birer ayna. Çok özel dalgaboyu ve evresi olan fotonlar aynadan yansıyarak yayılma ortamında ileri geri gider gelirlir. Bu süreçte aşağı doğru enerji sıçraması yapacak diğer elektronları uyarır ve aynı dalga boyu ve evrede daha çok fotonun yayılmasına neden olabirler. Böylece çağlayan etkisi olur ve bu hareket aynı dalgaboyu ve evrede birçok fotona yayılır. Lazerin bir ucundaki yarı gümüşlü aynanın bir kısmı ışığı yansıtır, bir kısmı ise geçirir. Aynadan geçenler, lazer ışığıdır.

Lazerlerin Dalga Boyları

Yakut lazer bir katı-hal lazeri ve 694 nanometrelik bir dalga boyu yayır. Diğer lazer ortamlarıysa, istenilen dalga boyuna, gerektirdiği güce ve atı süresine göre seçilebilir. Bazı lazerler çok güçlü, örneğin, CO₂ lazerleri çeliği kesebiliyor. CO₂ lazerleri izgenin kızılötesi ve mikrodalga bölümünde lazer ışığı yaydığı için çok tehlikeli. Kızılötesi radyasyon ısı demek ve bu da temelde neye odaklanırsa eritiriyor.

Diğer lazerlerden örneğin diyot lazerleri, çok zayıf ve günümüzde cepte taşınan lazer göstergilerde kullanılıyor. Bunlar genellikle 630 nm ile 68 nm arasında dalgaboyunda kırmızı ışık yayırlar. Lazerler artık sanayide ve bilim alanında da yaygın olarak kullanılıyor; hatta başka molekülleri yoğun lazer ışığıyla uyarıp ne tür bir değişim geçirdiklerini ölçmek için de lazerler kullanılıyor.

Lazer Tipleri

Pek çok farklı lazer tipi var. Lazer ortamı katı, gaz veya sıvı olabildiği gibi yarı geçirgen de olabilir.

Katı-durum lazerleri: katı bir matriste (yakut veya neodim: itrium-alüminyum-lal taşı sözcüklerinin ilk harflerinden oluşan "Yag" lazerleri. Neodim-Yag lazerleri, 1,064 nanometrede kızılötesi ışık yayar. (1 nanometre = 1x10⁻⁹).

Gaz Lazerleri: Helyum ve helyum-neon (HeNe) en yaygın gaz lazerleri. Görünür bir kırmızı ışık yayar. CO₂ lazerleri kızılötesinin en uç noktasında enerji yayıyor ve sert metallerin kesiminde kullanılır.

Edimer Lazerleri: Excited (uyarılmış) ve dimers (sözde molekül) sözcüklerinin bir araya gelmesiyle türetilmiş. Argon, kripton ve neon gibi soy gazlarla karıştırılmış florin ve klorin gibi reaktif gazları kullanır. Elektrikle uyarıldığında sözde molekül oluşur ve yayıldığında da bu sözde molekül kızılötesi ışık üretir.

Boya Lazerleri: Bu tür lazerler, yayma ortamı olarak sıvı karışımlar ve suspansiyon içinde rodamin 6G gibi karmaşık organik boyalar kullanırlar. Geniş bir dalgaboyunda ayarlanabilirler.

Yarı iletken lazerler: Bazen diyot lazerler olarak da anılan bu lazerler katı-hal lazerleri değil. Bu elektronik aygıtlar genellikle çok küçük ve çok az güç kullanırlar. Örneğin CD çarılarda ve lazer yazıcılar bu tür lazerleri kullanırlar.

Bazı tipteki Lazerler ve emisyon dalga boyları

Lazer tipi	dalga boyu (nm)
Argon florid	193
Kripton Florid	248
Zenon Klorid	308
Nitrojen (kızıl ötesi)	337
Argon (Mavi)	448
Argon (Yeşil)	514
Helyum Neon (yeşil)	543
Helyum Neon (kırmızı)	633
Rodamin 6G boya (ayarlanabilir)	570-650
Yakut (CrAlO ₃) (kırmızı)	694
Nd:Yag (NIR)	1064
Karbon Dioksit (FIR)	10600

Lazer Sınıflandırmaları

Lazerler, biyolojik zarar verme potansiyellerine göre dört geniş alanda sınıflandırılıyor. Bir lazerin şu kategorilerden birine ait olduğu belirtilmiş olmalı.

Sımf I - Bu lazerler tehlikeli düzeyde lazer radyasyonu yaymazlar.

Sımf IA - Bu sınıf, örneğin süpermarket barkot okuyucu lazerler gibi, izlemek üzere tasarlanmamış özel bir grup lazer için kullanılır.

Sımf II - Düşük güç kullanan gözle görülür, sımf I üzeri lazer radyasyonu yayıyor ama hiçbir zaman 1mW üzerine çıkmayan lazerler. Rahatsız edici şeylere karşı doğal tepki verme özelliği, insanları bu sınıftaki parlak lazer ışığından korur.

Sımf IIIA - Bunlar sadece işçiler-arası izlemede tehlikeli olabilecek ara güçte lazerler (cw:1-5mW). Çoğu kalem benzeri lazer gösterici bu sınıftan.

Sımf IIIB - Ara-güçte lazerler.

Sımf IV - Yüksek güçte lazerler (cw: 500mW: atı: 10J/cm²) Her türlü durumda izlenmesi zararlı olabilecek, potansiyel yangın tehlikesi içeren ve cilde zararlı türden lazer radyasyonu yayırlar. Sımf IV lazerler ciddi kontrol ve güvenlik önlemleri altında kullanılır.