

LAZERLER

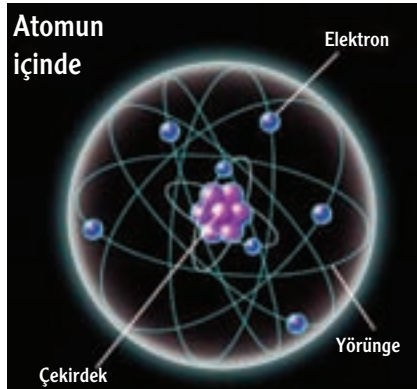
Lazerler şaşılacak derecede geniş bir dizi ürün ve teknolojiye karşımıza çıkıyorlar. Bunları CD çalarlardan dişçi matkaplarına, yüksek hızda metal kesen makinelerden ölçüm sistemlerine kadar her yerde görebilirsiniz. Tüm bunlar lazerden yararlanıyorlar. Peki ama, bu lazerler nasıl şeyler? Bir lazer demetini bir el fenerinin ışık demetinden farklı kılan ne?

Atomla İlgili Temel Bilgiler

Tüm evrende yalnızca 100 kadar değişik atom bulunur. Gördüğümüz her şey sınırsız sayıda bileşim halinde bir araya gelen bu 100 atomdan oluşur. Bu atomların nasıl dizildiği ve birbirine bağlandığı, atomların bir bardak su mu, bir metal parçası mı yoksa gazozunuzdaki köpüren gaz kabarcıkları mı olacağını belirler.

Atomlar sürekli hareket halindedirler. Hiç durmadan titreşirler, hareket ederler ve dönerler. Üzerinde oturduğumuz sandalyeyi oluşturan atomlar bile hareketli. Yani katı cisimler bile aslında hareket halinde! Atomlar farklı uyarılma düzeylerinde bulunabilirler. Eğer bir atoma oldukça büyük bir

enerji uygulayacak olursak en alt ya da taban enerji düzeyi dediğimiz halinden çıkarak uyarılmış düzeye çıkar. Bu uyarılmanın düzeyi, atoma ısı, ışık ya da elektrikle uygulanan enerjinin miktarına bağlıdır.



Resim 1. En basit modeliyle atom, bir çekirdek ve çevresinde dolanan elektronlardan oluşur.

Bu basit atom, içinde proton ve nötronların yer aldığı bir çekirdek ve bir elektron bulutundan oluşur. Bu bulut içindeki elektronları, çekirdek etrafında farklı yörüngelerde dolanan elektronlar olarak düşünebiliriz.

Enerjiyi Soğurmak

Bir önceki şekildeki çizimi ele alalım. Gerçi atomla ilgili modern modellerde elektronlar için belli yörüngeler öngörülüyorsa da, şekildeki yörüngeleri kafamızda atomun değişik enerji düzeyleri olarak canlandırabiliriz. Başka deyişle atoma biraz ısı uyguladığımızda, düşük enerji yörüngelerindeki bazı elektronların, çekirdekten daha uzakta bulunan yüksek enerji yörün-

Resim 2. Enerjinin soğurulması



gelerine geçmelerini bekleyebiliriz.

Bir atom ısı, ışık ya da elektrik biçiminde enerjiyi soğurur. Elektronlar, daha düşük enerji yörüngelerinden daha yüksek enerji yörüngelerine çıkabilirler.

Gerçi bu atomlarla ilgili model ve işleyiş mekanizmalarının büyük ölçüde basitleştirilmiş bir resmi olmakla birlikte, lazer perspektifinden bakıldığında atomların nasıl çalıştığını ana hatlarıyla anlatıyor.

Bir elektron daha yüksek bir enerji yörüngesine çıktığında, yeniden en düşük enerjili durumuna dönmek ister. Dönünce de kazanmış olduğu enerjiyi bir foton, yani bir ışık parçacığı yayınlamaya başlar. Atomların fotonlar biçiminde enerji saldıgını her zaman görebilirsiniz. Örneğin bir ekmek kızartacağı içindeki ısıtıcı parça, parlak kırmızı bir renk aldığı anda, bu kırmızı renk, ısı tarafından uyarılan atomların (elektromanyetik tayfın görünür ışık bölgesinde görece daha düşük enerjide daha uzun dalga boylarında) kırmızı fotonlar salmasından kaynaklanır. Bir televizyon ekranında bir resim gördüğünüzde, aslında yüksek hızda elektronlarca uyarılıp değişik renkte ışık saçan fosfor atomlarını görüyorsunuz. Işık üreten her şey (floresan lambalar, gaz lambaları ya da sıradan ampuller olsun) bunu yörünge değiştirerek foton yayayan elektronların hareketi sayesinde yapar.

Lazer/Atom Bağıtısı

Bir lazer, enerji kazanmış atomların foton salış biçimlerini yöneten bir aygıttır. Lazer "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (radyasyon yayımının uyarılmasıyla ışığın güçlendirilmesi) sözcüklerinin ilk

harflerinden türetilmiş bir kısaltmadır. Bu isim bir lazerin nasıl çalıştığını da gayet açık biçimde anlatıyor.

Lazerlerin çok sayıda türü olmakla birlikte hepsinin ortak bazı temel özellikleri vardır. Bir lazerde, ışığı üretecek olan ortam, atomları yüksek enerji düzeyine hareketlendirmek üzere "pompanır". Bir başka deyişle enerji yüklemesi yapılır. Genellikle çok şiddetli ışık darbeleri ya da elektrik boşalmaları ışık üretecek ortamı pompalayarak uyarılmış düzeyde çok sayıda atomun bir araya gelmesini sağlar. Lazerin etkin biçimde çalışması için büyük sayıda bir uyarılmış atom topluluğu gerekir. Genellikle atomlar, duragan durumlarının iki ya da üç katı olan enerji düzeylerine kadar uyarılır. Bu işlem, "populasyon tersleşimi" düzeyini artırır. Populasyon tersleşimi, ortam içinde uyarılmış atomların en düşük enerji düzeyindeki atomlara oranını gösterir.

Işık üretecek ortam pompalandığında elektronların bazıları yüksek enerji yörüngelerine kaymış atomlardan oluşan bir atomlar topluluğu içerir. Uyarılmış elektronlar, uyarılmamış olanlara göre daha yüksek enerjilere sahiptirler. Elektron bu hareketli düzeye yükselmek için enerji soğurduğu gibi,

bu enerjiyi geri salabilir de. Aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi elektron "rahatlamak" (eski düşük enerji düzeyine dönmek) için bir miktar enerji salar. Bu "yayınlanmış enerji", fotonlar (ışık enerjisi) olarak ortaya çıkar. Yayınlanan fotonun, salındığı anda kendini salan elektronun durumuna bağlı olan belli bir dalga boyu (rengi) olur. Elektronları aynı durumda olan aynı iki atom, aynı dalgalı boylarında fotonlar salarlar.

Lazer Işığı

Lazer ışığı, normal ışıktan çok farklı olur. Lazer ışığı şu özelliklere sahiptir:

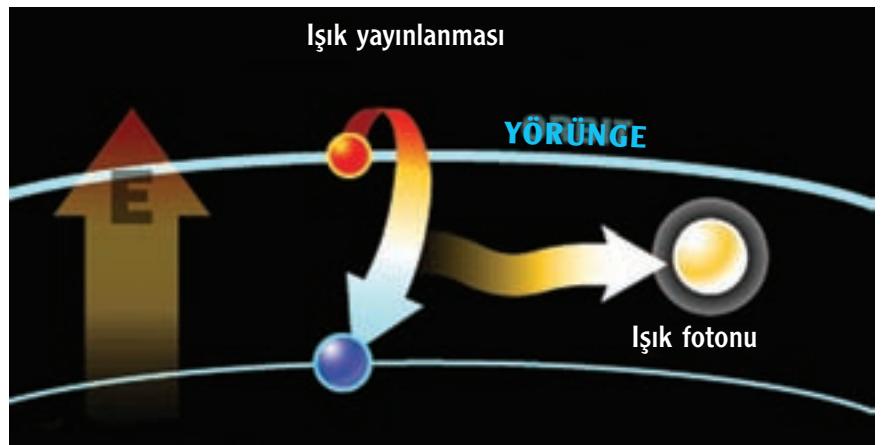
- Yayınlanan ışık tek renklidir (monokromatik). Belli tek bir dalgalı boyu (tek bir renk) içerir. Işığın rengi, elektron daha düşük bir yörüngeye düştüğünde salınan enerjiyle belirlenir.

- Yayınlanan ışık düzenlidir. Her foton, ötekilerle uyum içinde hareket eder. Bunun anlamı, fotonların hepsinin birlikte harekete başlayan dalga cephelelerine sahip olmaları.

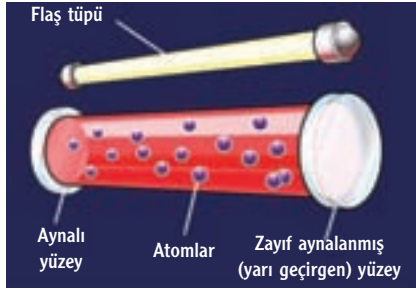
- Işık son derece yönlendirilmiştir. Bir lazer ışığı çok dar bir demetten oluşur, çok güçlü ve yoğundur. Buna karşılık bir el feneri, ışığını her yönde yayar, ışık çok zayıf ve dağınıktır.

Bu üç özelliği oluşturmak, uyarılmış yayınlama denen bir tetik mekanizması gerektirir. Bu, sıradan el fenerinizde gerçekleşmez. Bir el fenerinde tüm atomlar fotonlarını rasgele yayınlamaya başlarlar. Uyarılmış yayınlamada foton yayını bir düzene göre yapılır.

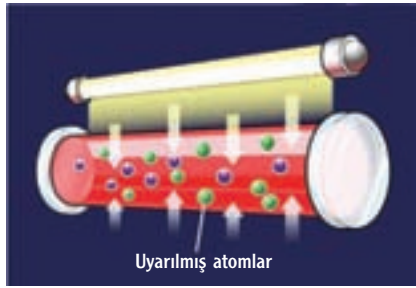
Her atomun yayınladığı fotonun, uyarılmış düzeyle, en alt enerji düzeyi arasındaki farka dayalı belli bir dalga boyu vardır. Eğer bu foton (belli bir enerji ve faza sahip) aynı uyarılma dü-



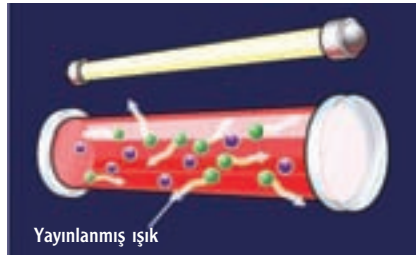
zeyinde bir elektrona sahip bir atomla karşılaşır, uyarılmış yayınlama gerçekleşir. İlk foton, karşılaştığı atomu öyle biçimde uyarır ki, uyarılan atom da,



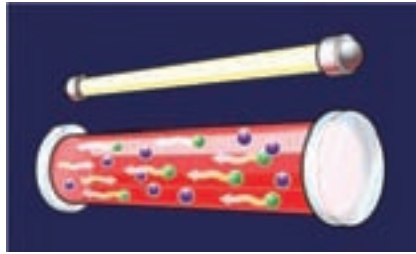
1. Lazer, henüz ışık üretmediği durumda.



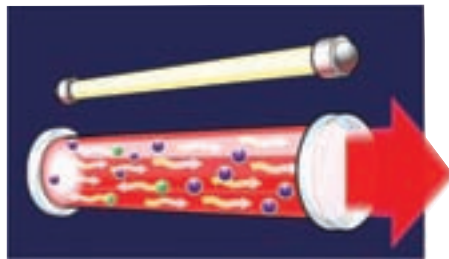
2. Flaş yakut çubuğa ışık yollar. Işık, yakut içindeki atomları uyarır.



3. Atomların bazıları foton yayınlıyor.



4. Bu fotonların bazıları yakut çubuğun eksenine paralel yönde hareket ederler ve aynalardan yansıyor ve geri geliyorlar.



5. Tek renkli (monokromatik) tek fazlı, sütünlanmış ışık, yarı geçirgen aynadan geçerek dışarı çıkar. İşte lazer ışığı!

çarpan fotonla aynı frekansta ve yönde titreşen bir foton yayınlıyor.

Bir lazer için gerekli olan bir başka önemli gereksinim de, ışık üretecek ortamın her iki ucuna yerleştirilmiş bir çift aynadır. Çok özel bir dalga boyu ve faza sahip olan fotonlar, ışık üretecek ortam içinde aynalardan yansıyor ve geri geliyorlar. Bu süreç içinde alt enerji yörüngelerinde bulunan öteki elektronları da üst enerji yörüngelerine "dörtükler" ve böylece kendileriyle aynı dalga boyu ve fazda daha çok foton yayınlamasına yol açarlar. Sonuçta bir şelale etkisiyle aynı dalga boyu ve faza sahip çok sayıda foton ortaya çıkmış olur. Lazerin bir ucunda bulunan ayna, ötekini yarısı kadar sırtlanmış. Yani yarı geçirgendir. Böylece ışığın bir kısmını yansıtıyor ve bir kısmını da geçiriyor. Aynanın içinden geçen ışık lazer ışığıdır.

Bu bileşenlerin tümünü basit bir yakut lazerinin işleyişini gösteren (birinci sütundaki) şekillerde izleyebilirsiniz.

Yakut Lazerleri

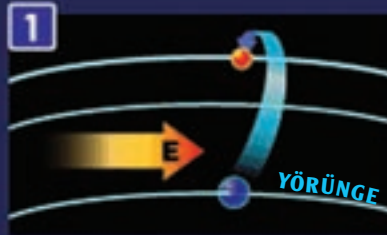
Bir yakut lazeri, bir flaş tüpü (örneğin, bir fotoğraf makinesi üzerinde bulunan gibi), yakut bir çubuk ve bir yarı geçirgen iki aynadan oluşur. Yakut çubuk, ışık üretecek ortam, flaş tüpü de onu pompalayacak olan bileşendir.

LAZER TÜRLERİ:

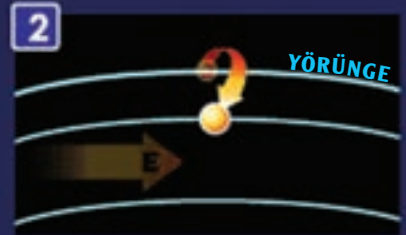
Lazerler çok çeşitli türlerde karşımıza çıkıyor. Lazer ortamı bir katı, gaz, sıvı ya da bir yarıiletken olabilir. Lazerler, düzenekte kullanılan ışık üreten ortamın türüne göre sınıflandırılıyor:

Üç-Düzeyle Lazer

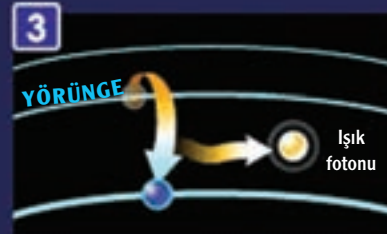
Burada da üç düzeyli bir lazerde ne olduğu gösteriliyor.



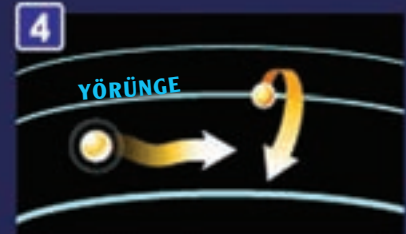
1. Elektron, daha üst bir enerji düzeyine pompalanıyor.



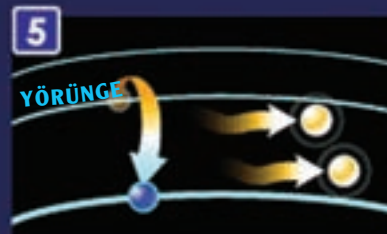
2. Pompalama düzeyi kararlı (sabit) değil; bu nedenle elektron biraz daha düşük bir enerji düzeyine iniyor.



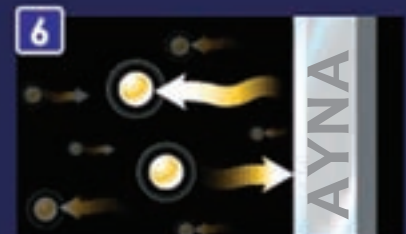
3. Elektron daha da düşük bir enerji düzeyine inerek bir foton salıyor.



4. Işık ve uyarılmış bir enerji düzeyindeki bir elektron...



5. ...aynı dalga boyu ve faza sahip iki foton ürettiyor.



6. Ayna, fotonları yansıtıyor.

• **Katihal lazerleri**, ışık üretecek materyalin katı bir kalıp (yakut ya da neodimyum: itriyum-aluminyum taşı “Yag”) içinde bulunduğu lazerlerdir. Neodimyum-Yag lazeri, 1,604 nanometre (nm) dalga boyunda kızılaltı ışık yayınlar (1 nm = 1×10^{-9} m = metrenin milyarda biri).

• **Gaz lazerleri** (helyum ve helyum-neon, HeNe lazerleri en sık rastlanan gaz lazerleridir) esas olarak görünür kırmızı ışık yayınlarlar. CO₂ lazerleri uzak kızılaltı dalgaboylarında enerji yayınlarlar ve sert malzemelerin kesilmesinde kullanılırlar.

• **Excimer Lazerleri** (isim excited (uyarılmış) ve dimer sözcüklerinden türetilmiş) argon, kripton ve ksenon gibi asal gazlarla karıştırılmış klor ve flor gibi reaktif gazlar kullanılarak yapılıyor. Elektrikle “uyarıldığında” bir sahte molekül (dimer) üretiliyor. Bu da lazerleşme sürecinde morötesi (UV) aralıkta ışık üretiliyor.

• **Boya lazerleri**, ışık üretici olarak sıvı çözelti ya da sıvı içinde asılı rodamin 6G gibi karmaşık organik boyalar kullanılırlar. Bunlar geniş bir dalgaboyu aralığında ayarlanabiliyorlar.

• **Yarıiletken lazerler** (bazen diyot lazerleri de deniyor) katihal lazeri değiller. Bu elektronik aygıtlar genellikle çok küçük oluyorlar ve düşük düzeyde enerji kullanıyorlar. Bunlar, örneğin lazer yazıcılar ve CD çalarlarda olduğu gibi dizgeler halinde bir araya getirilebiliyorlar.

Dalgaboyunuz Ne?

Yakut lazeri, bir katihal lazeri olup 694 nanometre dalgaboyunda ışın yayınlar. İstenen yayın dalgaboyuna (Bkz: Tablo), gereken güce ve atım süresine bağlı olarak başka ışık üreten ortamlar da seçilebilir. Bazı lazerler,

| Lazer Türü | Dalgaboyu (nm) |
|---------------------------------------|----------------|
| Argon florür (UV) | 193 |
| Kripton florür (UV) | 248 |
| Ksenon clorür (UV) | 308 |
| Azot (UV) | 337 |
| Argon (mavi) | 488 |
| 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 |
| Karbondioksit (FIR) | 10600 |



çeliği kesebilen CO₂ lazerleri gibi çok güçlü olurlar. CO₂ lazerinin böylesine tehlikeli olmasının nedeni, elektromanyetik tayfın kızılaltı ve mikrodalga bölgelerinde lazer ışığı yayınlaması. Kızılaltı radyasyon ısı demektir ve bu lazer üzerine tutulduğu her şeyi eriterek delip geçer.

Diyot lazerleri gibi öteki lazerler çok zayıftırlar ve günümüzdeki cep lazer kalemlerinde kullanılırlar. Bu lazerler 630-680 nm aralığında kırmızı ışık yayınlarlar. Lazerler, çok çeşitli amaçlar için sanayide ya da araştırma laboratuvarlarında da kullanılırlar. Örneğin, başka moleküllerin davranışını gözlemlemek için yoğun lazer ışığı kullanılabilir.

Lazerlerin Sınıflandırılması

Lazerler, biyolojik hasara yol açma potansiyellerine göre dört ana sınıfa ayrılırlar. Bir lazer düzeniği gördüğünüzde üzerinde bu dört sınıflama işaretinden biri bulunmalıdır.



• **Sınıf I** - Bu lazerler, bilinen tehlike düzeylerinde lazer ışınımı yayınlamazlar.

• **Sınıf I.A.** - Bu kategori, örneğin bir süpermarket lazer tarayıcısı gibi, görmek için tasarlanmamış lazerleri içerir. Sınıf I.A. lazerler için en üst güç sınırı 4.0 mW'dir.

• **Sınıf II** - Bunlar, Sınıf I lazerlerin üzerinde ışın yayınlayan ama yayın güçleri 1mW'yi aşmayan görünür lazerlerdir. İnsanların parlak ışığa verdiği doğal kaçınma tepkisi, tehlikeden korur.

• **Sınıf IIIA** - Bunlar, 1-5 mW aralığında alt-orta güçte olan ve ancak doğrudan göze tutulduğunda tehlikeli olan lazerlerdir. Kalem biçimli lazer göstericilerin çoğu bu sınıftandır.

• **Sınıf IIIB** - Bunlar, orta güçte lazerlerdir.

• **Sınıf IV** - Bunlar, 500 mW çıkış atımlı, doğrudan ya da dağılmış olarak gözlenmesi tehlikeli, yangın ya da deri hasarı doğurabilecek lazerlerdir ve bu lazerlerin bulunduğu kurumlarda etkili güvenlik önlemleri alınmalıdır.

www.howstuffworks.com/laser.htm
Çeviri: Raşit Gürdilek