

LAZERİN YAPISI VE İŞLEVLERİ

Tek renkli, oldukça düz, yoğun ve aynı fazlı paralel dalgalar halinde genliği yüksek güçlü bir ışık demeti üreten alet.

Lazer İngilizce; Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (uyarılmış ışın neşriyle ışık kuvvetlendirilmesi) cümlesindeki kelimelerin baş harflerinin alınmasından türetilmiş bir kelimedir.

1960 senesinde ABD’de Theodore H. Maiman tarafından keşfedilmiştir. Normal ışık, dalga boyları muhtelif, rengarenk, yani farklı faz ve frekansa sahip dalgalardan meydana gelir. Lazer ışığı ise yüksek genlikli, aynı fazda, birbirine paralel, tek renkli, hemen hemen aynı frekanslı dalgalardan ibarettir. Optik frekans bölgesi yaklaşık olarak bir trilyon hertz ile üç bin trilyon hertz arasında yer alır. Bu bölge, kırmızı ötesi ışınları, görülebilen ışınları ve elektromanyetik spektrumun morötesi ışınlarını kapsar. Buna karşılık mikro dalga frekans bölgesi yaklaşık olarak 300 milyon hertzden 300 milyar hertze kadar uzanır. Yani, laser çok yüksek frekanslarda çalışır.

Lazerin önemi uygulamasının yaygın olmasında ve onun daha da genişlemesinin beklenmesinde yatmaktadır. Özellikle uygulamanın genişliği, ışınların frekansların hassas bir şekilde kontrolünden, yayılan ışının yayılma düzeninden veya ışınların olağanüstü yoğunluğundan kaynaklanmaktadır. Lazer dolayısıyla, holografide, opektraskopide çok önemli gelişmeler ortaya çıkmıştır. Bunlar yoluyla lazer diğer bilimsel ve teknolojik alanlarda da etkisini göstermektedir.

Lazerin çalışma prensibi: Optik bakımdan saydam, bir ucunda tam sırlı ve yansıtıcı, diğer ucunda yarı sırlı kısmen yansıtıcı iki ayna bulunan bir tüp alınır. Buna gaz, sıvı ve katı bir madde doldurulur. Dışarıdan ışık verme, elektrik akımı geçirmek suretiyle veya kimyasal bir yolla elde edilen enerji, ortamdaki atomlara ulaşır. Bunların bazıları bu enerjiyi emerler. Fazla enerji, atomları kararsız hale getirir. Kendisine bir foton çarpan, uyarılmış ve kararsız atom, fazla enerjiyi foton neşrederek verir. Fotonlar, benzer şekilde diğer fotonların neşrini sağlar. Uçlara ulaşan fotonlar, aynalardan yansıyarak geri dönerler ve olay devam eder. Uyarma ve tahriklerde ortamdaki fotonlar artar. Atomların hemen hemen hepsi, foton yaymaya başlayınca kuvvetlenen ışık, yarı sırlı uçtan dışarı çıkar. Bu, lazer ışınıdır. Lazer dalgalarını, uygun adım giden aynı üniforma ve şekle sahip askerlere, normal ışığı ise rasgele karakteri bozuk bir orduya benzetmişlerdir. Normal ışıkta dalgalar, birbirini zayıflatıcı karakterde olmasına rağmen, lazerde

birbirini kuvvetlendirici olurlar. Lazer ışınları yüksek frekanslı olduklarından güneş ışını özelliklerine sahiptir. Ancak lazer ışınları tek frekanslı olduğu için kayıpları azdır. Ayrıca lazer ışınları aynı fazda yapılan ışık dalgaları olduğu için şiddeti büyük olur. Bu yüzden lazer ışınlarının şiddeti güneş ışınlarının şiddetinin bir milyon katıdır.

Elektromanyetik dalga paketçisi de denen foton, güneş ışığı füzyon reaksiyonuyla meydana gelip, bu şekilde yayılan foton enerjisidir. Lazer ışında foton yayılmasından ibarettir. Lazerde foton üretimini anlayabilmek için atomların değişik seviyelerinde ne gibi hadiseler olduğunu bilmek gerekir. Bir atomun uyarılmış durumda bulunduğu kısa zaman aralığında üzerine belli bir dalga boyunda foton düşürülürse, atom aynı fazda foton yayar. Bu işlem peş peşe tekrarlanırsa, tamamen aynı fazda bir ışın demeti elde edilir. En düşük enerji seviyesinde bulunan bir atoma dışarıdan bir foton verilirse, atom enerjisi kazanarak E1 enerji seviyesinden E2 enerji seviyesine uyarılmış olur. Bu atom kendi halinde bırakılırsa, uyarılmış bulunduğu E2 enerjisinden bir foton vererek tekrar E1 enerji seviyesine döner. Uyarılarak enerji seviyesi E1’den E2’ye yükseltelen atom enerjisini

geriye foton olarak yaymaya başlarken bir foton daha çarptırılırsa atomu birbiri ile aynı özellikte iki foton terk eder. Bu şekilde atom kat kat enerji seviyelerine çıkarılırsa bu seviyelerden düşerken de katlar halinde foton ürer. Bu işlem iki paralel ayna arasında aynı fazda olan fotonların toplanması şeklinde devam eder. Lazer ışını dalgasının dalga boyu aynalar arasındaki mesafe ile uyumludur. Aynı frekansta yani, aynı dalga boyunda yapılan foton üretimine uyarılmış yayılma işlemi denir. Milyonlarca atom için bu işlem yapılırsa aynı yöne doğru milyonlarca foton paralel ışınlar halinde bir noktadan yayılır. Bu ışınlar aynı fazda, aynı frekansta, aynı yönde olduklarından adeta birbirine yan yana yapışıktır. Paralel aynalar arasında şiddeti bu şekilde çığ gibi artan ışınlar, ışık frekansına eş bir frekansta, darbeler halinde oldukça parlak ışık huzmesi olarak yayılır. Lazer ışınındaki enerjisinin büyümesinin esası işte bu milyonlarca küçük enerji kaynaklarının çok dar bir hüzme halinde aynı yönde ham yan yana hem de art arda birleşmesi neticesidir. Lazerin çalışması için

enerji seviyesi düşen atomlarda daha fazla sayıdaki atomların uyarılacak enerji seviyelerine yükseltilmesi gerekir. Bu durum ise normal olarak atomların enerji seviyesi dağılımının tersidir. Bu sebepten lazerin çalışması için gerekli durum tersine çevrilmiş dağılım olarak isimlendirilir. Tersine çevrilmiş dağılımı ortaya çıkarmak için pompalama işlemi kullanılır. Optik pompalama ise, yüksek frekanslı

yoğun ışınların neşriyle yapılabilir. Yarı iletkenli lazerlerde pompalama elektrik akımı yardımı ile gerçekleştirilir ve işlem elektriksel pompalama olarak isimlendirilir. Gaz lazerlerinde ise pompalama işlemi elektron-atom veya atom-atom çarpıştırılmasıyla ortaya çıkarılır ve çarpışma pompalaması olarak bilinir. Kimyasal pompalama işleminde ise kimyasal lazerlerde kimyasal reaksiyonlarla atom ve moleküller uyarılır. Gaz-dinamik lazerlerde de pompalama ses hızı üstü gaz genişlemesi yoluyla gerçekleştirilir ve gaz genişleme pompalaması olarak isimlendirilir.

OSİLASYON

Yukarıda açıklanan tersine çevrilmiş dağılım elde edildikten sonra, bu ortamdan geçen ışık rezonans durumuna getirilir. Optik asilator olarak da isimlendirilebilecek bu ortam yansıma, kırılma ve diğer kayıpları karşılayacak durumda olmalıdır. Bu amaçla lazer ortamı, uzunluğuna doğru bir parça şeklinde düzenlenir ve iki ucuna çok kuvvetli yansıtıcılar konarak ışının bunlar arasında ileri-geri yansıması sağlanır. Bu yansıtıcılardan biri bir ölçüde saydam yapılarak rezonans frekansına ulaşan ışının lazer ışını olarak ortamından dışarı çıkmasını sağlar.

Q-Anahtarlama

Çok kısa ve çok güçlü çıkışlar q-anahtarlama kullanılarak depo edilmiş lazer ışınlarından elde edilebilir. Bu tür teknikte yansıtıcılardan biri pompalama aralığının bir kısmında yansıtılmayacak şekilde düzenlenir. Daha sonra yansıtıcı hale getirilir. Bu düzenleme sonucu pompalama devresinin bir kısmında depo edilen enerji diğer kısmında büyük bir darbe olarak yayılır. Q-anahtarlamasının en kolay şekli bir aynanın çok hızlı dönmesiyle gerçekleştirilebilir. Bu aynanın diğer ayna ile aynı eksene geldiği zaman da lazer yayılımı ortaya çıkar. Bu konuda uygulanabilecek diğer teknik lazer frekansına ışık absorbe eden seyreltilmiş bir çözeltili ortamı kullanmaktır. Bu şekildeki absorpsiyon enerjinin depo edilmesini sağlar.

Mode kilitlemesi

Çözelti kullanılarak ve anahtarlama ile elde edilen lazer ışınının gücü mode kilitlemesi ile daha da artırılabilir. Böyle bir durumda birbirine yakın ve aralarında belirli bağıntının bulunduğu "kilitli" frekanslarda aynı zamanda titreşim meydana gelir. Böylece çok daha kısa zamanda yüz trilyon watt'a yaklaşan bir güç elde edilir ki, bu dünyadaki bütün elektrik santrallerinin toplam üretiminden daha fazladır.

Lazer ışınının özellikleri:

En büyük özelliği dağılmaz olması ve yön verilebilmesidir. Bu özelliğinden istifade ile mesafe ölçme ve fiber optik teknolojisi geliştirilmiştir. Dalga boyunun küçük olması dağılmayı da büyük ölçüde azaltır. Uyarılan atomlar her yön yerine belli yönlerde hareket ederler. Bu lazerin çok parlak olmasını doğurur.

Lazer ışını, dalga boyu tek olduğundan monokromatik özellik taşır. Frekans dağılım aralığı, frekansının bir milyonda biri civarındadır. Bu sebepten istenilen frekansta çok sayıda dalgalar lazer dalgası üzerine bindirilmek suretiyle haberleşmede iyi bir sinyal jeneratörü olarak iş görür. Aynı anda birçok bilgi bir yerden başka yere gönderebilir.

Lazer ışını dağılmaz olduğundan kısa darbeler halinde yayınlanabilmesi mümkündür. Kayıpsız yüksek enerji nakli yapılması bu özelliği ile sağlanabilir. Lazer kendisinde bulunan yüksek enerji sayesinde kesme, kaynak ve delme endüstrisinde kullanılır. Ayrıca lazer darbesinin çok kısa olmasından yüksek hız fotoğrafçılığında faydalanılır. Yönlü bir hareket olmasından ise holografi ve ölçüm biliminde yararlanır. Bütün özellikleri ile uzak mesafe ölçümlerini mümkün kılar.

Lazer ışını tek dalga boyuna sahip olduğu için laser cinsine göre çeşitli renkte ışınlar elde etmek mümkündür.

LAZER TÜRLERİ

Katı Lazerler:

İlk bulunan lazer yakut lazeridir. Yakut, az miktarda krom ihtiva eden alüminyum oksit kristalidir. Kırmızı lazer ışınları yayan, bu kristal içindeki krom atomlarıdır.

Krom atomları optik olarak yeşil ve mor ışıkla uyarılır. Bu tür lazer ile saniyenin milyarda biri gibi kısa bir sürede birkaç milyon wattlık güç nakledilebilir. İlk yakut laser sadece bir darbe ile çalıştırılırdı. Daha sonra bunun oda sıcaklığında ve sürekli biçimde çalıştırılması mümkün olmuştur. Darbenin gücünün yükseltildiği ikincil lazerlerle birlikte kullanılan q-anahtarlı lazer moduyla saniyenin birkaç milyarda biri kadar devam eden birkaç milyar wattlık güç üretilebilir. Günümüzde kullanılan lazer, sert şeffaf kristalden meydana gelir. Kristalde küçük miktarda genellikle nadir toprak elementleri mevcuttur. Bu kristalin işlem için oda sıcaklığının çok altına indirilmesi gerekir. Bu lazerler optik pompalama gerektirirler ve darbeleri olarak çalışarak ısınmayı önlerler. Sıcaklık ve manyetik alanda yapılacak değişikliklerle çalışma frekansı ayarlanabilir.

Neodimium çeşitli kristallerde kullanılan nadir toprak elementlerinden biridir. Enerji düzeyi sebebiyle fazla optik pompalamaya ihtiyaç göstermez ve su sebepten dolayı tercih edilir. Güneş ışığının kullanılması uzay uydusuna yerleştirilen haberleşme sisteminde muhtemel lazer kullanımını mümkün kılmaktadır.

Yarı İletken Lazerleri

Yarı iletken malzemelerden elde edilen kristallerle de lazer yapılmıştır. Galyum arsenik kristali yarı iletken lazere örnektir. Yarı iletken diod gibi p-n malzemenin birleşmesinden meydana gelmiş olup, p-n malzemenin birleştiği yüzey yakut lazerindeki aynalar görevini yapar. Birleşim yüzeyinde pozitif voltaj p tarafına ve negatif voltaj n tarafına verildiği zaman elektronlar n malzemesinden p malzemesine geçerken enerjilerini kaybeder ve foton yayarlar. Bu fotonlar tekrar elektronlara çarparak bu elektronların daha çok foton üretmesine sebep olurlar. Neticede yeterli seviyeye ulaşan foton nesri, lazer ışınını meydana getirmiş olur. Bu tür lazerler verimli ışık kaynaklarıdır. Genellikle boyları bir milimetreden büyük değildir. Ancak çok verimli çalışma için ortam sıcaklığı oda sıcaklığının çok altına düşürülmelidir.

Gaz Lazerleri

İlk gaz lazer helyum ve neon karışımı şeklinde kullanılmıştır. bu karışım uzun bir tüpe ve iki küresel ayna arasına yerleştirilmiştir.

Helyum ve neon gazı ile çalışan lazerde bu gazlar yüksek voltaj altında iyonize hale gelir. Helyum atomları elektrik deşarjı esnasında elektronların çarpması ile ikazlanarak yüksek enerji seviyelerine çıkar. Bunlar, kazandıkları enerjilerini neon atomlarındaki eş enerji seviyelerine aktarırlar. Bu enerji aktarma işlemi fotonun yayılmasına sebep olur. Aynalar vasıtasıyla yeterli seviyeye ulaştıktan sonra lazer ışını elde edilmiş olur. Bu tür lazer ışınının dalga boyu 1,15 mikrondur.

Kimyasal Lazerler

Kimyasal lazerlerde bir gaz meydana getirilir ve kimyasal reaksiyon yoluyla pompalanır. Kimyasal pompalama bir ekzotermik kimya reaksiyonunda enerji açığa çıkmasıyla olur. Buna bir örnek hidrojen ve flüor elementleri tersine çevrilmiş bir toplumda hidrojen flüorur meydana getirmek üzere reaksiyona girdiklerinde lazer etkisi ortaya çıkar.

Sıvı Lazerler

En çok kullanılan sıvı lazer türü, organik bir çözücü içindeki organik boyanın seyreltik bir çözeltisidir. Bunlara mor ötesine yakın ve kızılötesine yakın arasında lazer türleri elde edilebilir.

Genellikle pompalama optik olarak cereyan eder. Birkaç lazer paralel olarak çalıştırılabilir. Böylece saniyenin birkaç trilyonda biri devam eden lazer darbeleri elde edilebilir. Boya lazerlerinin en önemli özelliği dalga boyunun geniş bir alanda hassas bir şekilde ayarlanabilmesidir.

Lazer ışınının Kullanıldığı Yerler

Lazer, haberleşmede kullanılabilecek özelliklere sahiptir. Lazer ışını da güneş ışını gibi atmosferden etkilenir. Bu sebeple atmosfer, radyo yayınlarında olduğu gibi lazer yayını için uygun bir ortam değildir. Bu bakımdan lazer ışınları, içi ayna gibi olan lifler içinden gönderilirse, lifler ne kadar uzun, kıvrıntılı olursa olsun kayıp olmadan bir yerden diğerine ulaşır. Bu liflerden istifade edilerek milyonlarca değişik frekanstaki bilgi aynı anda taşınabilmektedir. Bu maksatla foto diyot kullanılmakta ve elektrik enerjisi foto diyotta ışık enerjisine çevrilmektedir. Dünyanın birçok telefon şirketleri bu tatbikata geçmişlerdir.

Karbondioksit lazerleri metal, cam, plastik kaynak ve kesme işlerinde kullanılır.

Lazer, uzayda mesafe ölçmede kullanılır. Peykler arasındaki mesafeyi 25cm hata ile ölçebilmektedir. Lazerle ilk mesafe ölçümü, 1962 senesinde, Ay'a yerleştirilen argon-iyon lazeri ile yapıldı. Lazer, inşaatlarda, boru ve tünel yapımında, yön ve doğrultu tayininde ve tespitinde klasik teodolitlerden çok daha mükemmel ve kullanışlıdır.

Lazerin askeri alandaki tatbikatları çoktur. Mesafe bulma ve yer tanıma maksadıyla kullanıldığı bilinmektedir. Hedefe gönderilen güdümlü mermiler, hedef yakalanınca lazer ışını ile infilak ettirilmektedir. Gece karanlığında gece görüş dürbünleri sayesinde gündüzmüş gibi operasyon yapılabilir. Çok başlıklı füzelerin hafızalarına yerleştirilen hedef resmi, füze hedefe yaklaşınca lazer ışını ile tanınır. ABD'nin 1984 yılında geliştirdiği füze savunma sistemi, düşman füzesini havada iken uzaydan gönderilen lazer ışını ile tahrip edebilmektedir.

Holografi ve fotoğrafçılıkta çok mühim yeri vardır. Lazerle görüntü kaydetme süresi saniyenin 10 trilyonda biri zamanda mümkün olur. Holografi, lazer ışınları ile üç boyutlu resim çekme ve görüntüleme tekniğidir.

Tipta lazer "kansız ameliyat" maksatları ile kullanılır. Yırtılmış göz retinası, lazer ışını ile acısız ve süratle dikilir. Vücudun çeşitli bölgelerindeki tümörler bıçakla açılmadan yerinde kesilerek tedavi edilebilir. Damardaki dokular, lazer ışını ile kaynar ve kanama olmaz. Çürük diş çukurları dolgu yapılmak üzere acısız delinebilir.

Lazerle İlgili Beklenen Gelişmeler

Nükleer enerji alanında lazerin çeşitli gelişmelere yol açacağı umulmaktadır. En önemlisi başlatılması zor olan termonükleer-füzyon olayının (hidrojen bombası ve

güneşte her an meydana gelen reaksiyon) lazer ile tetiklenmesidir. Böylece dünya enerji problemi ortadan kalkacaktır.

Lazer ışınının darbe süresinin saniyenin trilyonda birine düşürülmesi halinde kısa bir sürede üretilecek enerji bugün dünyada aynı müddette üretilmekte olan

enerji toplamından fazla olacaktır. Lazer ışını ile çalışan silahların yapılması ile çok uzaklardan mühimmat, akaryakıt, karargah binaları imha edilebilecektir. Lazer özelliği dolayısıyla bilgisayarın hafıza kapasitesini büyük ölçüde arttırabilir.