

Argon-iyon Lazerler

Nihal Gözlükçüoğlu

Kocaeli Üniversitesi Fen&Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Lazer Fiziği Dersi

Lazer Nedir ?

Laser kelimesi ‘‘Uyarılmış radyasyon ışması tarafından güçlendirilmiş ışık’’ demektir. Güneşteki gibi termal radyasyonlar birbiriyle ilişkisi olmayan fotonlar yayar. Lazerler fotonların ışması safrasında birbirinin aynı, aynı yönlü ve aynı şiddette(güçte) fotonlar yayar ve bunlar aynı yönlü , aynı kuvvetli , tek renkli , polarize olmuş bir ışık demeti üretir.

Lazer Nasıl Çalışır?

a) Atomik Yapı, Işma ve Yayılma

Yayılma ve iç çekme iki durumda madde moleküllerinin yada atomlarının yapısında vardır. Her elektron atom veya molekülün enerji seviyesinden birinde tutulur, en alt seviyeye sıfır durumu da denilebilir. Kuantum mekaniği verilen sistem için hangi enerji seviyelerinin mümkün olduğunu belirler. Eğer bir atom sıfır durumunda ise dışarıdan bir etki olmadığı sürece aynı durumda kalır. Bir enerji seviyesinden diğerine geçiş bir foton yayıldığında veya alındığında gerçekleşir. Bu olay sadece fotonun enerjisi iki enerji seviyesi arasındaki farka eşit olduğu zaman meydana gelir. Buna rezonans durumu da denir.

b) Nüfus Tersinimi

E_2 ve E_1 deki elektron sayısı N_2 ve N_1 olarak ifade edilir. Bir madde dengede iken, Boltzmann sabitleri sistemi tanımlar ve neredeyse tüm parçacıkların sıfır durumunda olduğunu söyler. Eğer yeterli ışık enerjisi h_0 depolanmamışsa, elektron sayıları $N_2 = N_1$ olana kadar artar. Bu şartlar altında, uyarılmış yayılma ile emme değerini eşittir. Çünkü N_2 , N_1 sayısını aşamaz. Bununla beraber üç(3) veya daha fazla enerji seviyesi ortaya çıkarsa, iki enerji düzeyi arasında $N_3 > N_2$ çok miktarda yer değiştirme metodu ile bir nüfus tersinimi yapmak

mümkündür ve $V = (E_3 - E_2) / h$ frekansı'nda uyarılmış ışıma uyarılmış soğurmadan daha güçlü olacaktır.

c) Lazere etki eden diğer faktörler

- Soğurma ve kazanç
- Doyma şiddeti
- Bir lazer demetinin gelişimi ve büyümesi
- Üstel büyüme faktörü (kazanç)
- Bir lazer için eşik gereklilikleri
- Eşik üzerinde lazer salınımı
- Lazer güçlendiriciler

İyon Lazerlerinin Tarihçesi

İlk iyon lazeri cıva iyon lazeridir ve W. Earl Bell tarafından bulunmuştur. Bu lazer, yani cıva buharı içindeki aktif lazer çeşidi, kırmızıda 615nm, yeşilde 568nm, ve görünmez bölgede de iki tane daha dalga boyu yayar. Araştırmacılar bu lazerin doğasını incelerken neon u ve sonra argon u helyum a karşı tampon gaz olarak denediler. Argon kullanıldığında 488nm de değişik yeni bir çizgi görüldü ve tüpte az miktar argon bulunduğunda da görüldü. Argon iyon lazerin keşfedilmesiyle beraber, şans eseri oksijeninde tüpte kullanılan elektrotlar tarafından serbest bırakıldığında mavi-mor 4 tane çizgi yaydığı gözlemlenmiştir.

İyon Lazerlerinin Çalışma Şekilleri

İyon lazer tüpünün içindeki çevreyi uygun hale getirmek oldukça kolaydır. CW işlevinde iyonların tüpün katot bölümüne güçlü pompalanmasını başlatmak için yüksek akımlar gereklidir. Basınç eğrileri meydana gelir ki bunlar kararsız yük boşalmasının başlangıcıdır. Bunu önlemek için tüplerdeki basıncı eşitleyen bir gaz dönüş yolu içerir. Diğer bir sorun tüpün çalışmasını sağlayan motorun boğulmasıdır. Bu etki argon atomlarının yanıp tüp basıncını düşürebilir. Tüpe gaz ekleyip basıncı yükseltmesi için yeniden doldurma (refill) sistemine gerek duyulur. Modern iyon lazerlerinde gaz basıncını ve sıcaklığı gösteren bu sistem mevcuttur. İyon tüpleri inanılmaz derecede sıcak çalışır. Geniş bir argon lazerinin 260 VDC lik bir tüpü ve 40A lik akımı olabilir. Bunun anlamı 10,000 Watt lık ısı, küçük bir hacme yayılmak zorundadır. Cam tüpler bu kadar ısı gerilimine dayanamayacağı için seramik

kullanılmalıdır. Tüpteki yük boşalması genellikle tungsten gibi erimez metal disklerde yaklaşık 1mm. lik çapta toplanır.

Argon-iyon Lazerler

Argon-iyon lazeri ilk kez 1964te William Bridges tarafından Hughes Uçak Gemisinde bulundu. Bu gaz iyon lazerlerinin en çok bilinen üyesidir. Ortalama olarak argon gazından oluşan bir gaz lazeridir. Argon-iyon nüfus tersiniminin uyarılmış ışımalarının meydana çıkmasının sürdürülmesi için gereklidir. İlk lazer dalgaboyları 488,0nm ve 514,5nm kadardı.Argon-iyon lazerler çok çeşitli spektroskopik metotlarla yüksek enerjiye ihtiyaç olan ilaç ve eğlence endüstrisinde kullanılır.

İyon lazerlerinin üstün ve en iyi bilinen üyesi olan argon-iyon lazeri, görünür ve ultraviole bölgede argon gazı soyunun iyonize çeşitlerinden yararlanılarak iş görür.

Argon iyon lazeri ultraviole bölgede yaklaşık olarak 10 tane, görünür bölgede ise 25 taneye kadar 275nm - 363,8nm ve 408,9nm - 689,1nm arasında dalgaboyu üretebilir.Görünür ışık bölgesinde lazerler çeşitli güç çizgilerinde 100 Watt a kadar sürekli dalga üretebilir. Her geçişte kazanılan bant genişliği 2,5Ghz tarzındadır.Argon-iyon gaz lazeri boşaltma tüpleri 2000 ile 5000 saat arasında ömre sahiptir ve 0,1 Torr gaz basınçları vardır.

Argon-iyon lazerleri tarafından kullanılan yüksek yük boşalması akımları ve düşük gaz basınçlarının talihsiz bir etkisi, aşırı derecede yüksek bir plazma elektron ısısı meydana getirmesidir ki bu ısının önemli bir miktarıdır. Pek çok durumda yüksek güçte (2 – 100 Watt) argon-iyon lazerler dış soğutucudan geçen su soğutma sistemiyle soğutulur fakat düşük güçlerde (5 – 10 miliwatt) modeller fandan geçen kuvvetli havayla soğutulabilir. Argon-iyon lazerler flor-ışın mikroskopi tekniklerinde genellikle düşük güç çeşitleri, yani 480,0 nm de TEM(00) modunda yaklaşık 10miliwatt güç üretmek için kullanılır. Bu küçük sistemler için lazer oyukları yaklaşık 30 – 35 cm uzunluğunda ve 15cm çapında ve taze , soğuk havayı karşılayan integre fanlı küçük kabinde yuvalanabilir.

Argon-iyon Lazerlerin Yapısı

Argon gazı yaklaşık 1 Torr basınç altında plazma tüpe kapatılır. Bu basınç argon gazının atomlarının yakalanmasını önlemek için zorunludur. Tüp, buharın çeperlere ulaşmasını önlemek için gözenekli maddeden yapılmıştır. BeO kullanılan tipik bir maddedir çünkü zayıf buhar basıncı ve yüksek saflığa sahiptir. Argon gazının atomlarının elektron dizilimi iyonlaşma için yüksek enerji içerir. Bunun bir sonucu olarak plazma tüp bir soğutma mekanizmasına sahip olmak zorundadır. Bu da su ya da hava soğutmalı argon-iyon lazerler olmasına rağmen daha düşük güç verimlidirler.

Argon gazı atomlarının tarafsız iyonlaşma plazma tüpler içerisinde genellikle 8 kW DC gerilimde meydana gelir. 45 A kadar yüksek bir doğru akımdır ve 600 V bir yüksek gerilimde tüpün içerisinde korunan gaz iyonize edilir.

Argon iyonları temel durum ya da uyarılmış durumda bulunur. Işınım olmasına neden olan uyarılmış durum ;

Temel Durum $Ar^+ + e^- \rightarrow$ uyarılmış Ar^+

Uyarılmış $Ar^+ + e^- \rightarrow$ fazla uyarılmış Ar^+

Argon iyonlarının ve elektronların plazma tüpün duvarlarına çarpmasını önlemek için bir manyetik alan kullanılır.

Uyarılmış ışımaya Ar^+ ve Ar^{+2} iyonlarının her ikisinde de meydana gelebilir. En geneli Ar^+ dir. Ar^+ için lazer ışınması VIS bölgesinde meydana gelir ki bu da 488,0nm ve 514,5 nm arasındadır. Uyarılmış ışımaya $3s^23p^44p^1$ uyarılmış durumdaki Ar^+ nın $3s^23p^44s^1$ uyarılmış durumuna düşmesiyle meydana gelir ki bu kendiliğinden 74nm de $3s^23p^5$ durumuna döner. Bu durumda elektron yakalamasının sonucunda doğal haldeki tarafsız argon atomları yeniden canlanır.

Benzer bir metot Ar^{2+} iyonununun 334,0 - 351,1 ve 363,8 dalgaboyunda UV bölgede lazer ışını üretimidir. VIS bölgesinde (Ar^+) güç verimi 30 Watt kadar olurken, UV bölgede (Ar^{2+}) 10 Watt kadar olur.

Genel Kullanım Alanları

Argon-iyon lazerleri yüksek güce ihtiyaç olan spektroskopik metotlarda kullanılır. Diğer pratik kullanım alanları ;

- Boya lazerleri
- Lazer verimlerini değiştirmede
- Cd-Rom üretiminde
- Adli tıp ilaçlarında
- 3 boyutlu resim verebilen negatiflerde
- Genel cerrahi ve göz cerrahisinde
- Hücre yapılarını araştırmada
- Alyuvarlardaki hemoglobini araştırmada

Yaralanılan Kaynaklar

1. http://chem.ufl.edu/~itl/4411L_f00/i2_lif/ar_laser.html#laser
2. http://www.lasalle.edu/academ/chem/laser_web/argon%20ion.html (1)
<http://www.mic-d.com/java/argonionlaser/index.html> (2)
http://www.lasalle.edu/academ/chem/laser_web/argon%20ion.html (3)
3. http://www.lexellaser.com/techinfo_wavelengths.htm
http://www.lexellaser.com/techinfo_gas-ion.htm
4. <http://technology.niagarac.on.ca/people/mcsele/lasers/LasersArgon.htm>
5. <http://technology.niagarac.on.ca/people/mcsele/lasers/LasersArgon.htm>