

УДК 53.94

LAZERİN ATASI ƏLİ CAVAN

N.N.EMİNOVA, T.R.EMİNOV

AMEA Fizika institutu
AZ 1143, Bakı, H.Cavid pr., 131
enailya@rambler.ru

Daxil olub: 12.06.2019
Çapa verilib: 01.09.2019

Açar sözlər: Əli Cavan, Amerika, qaz lazeri, fizika, Tehran, spektroskopiya.

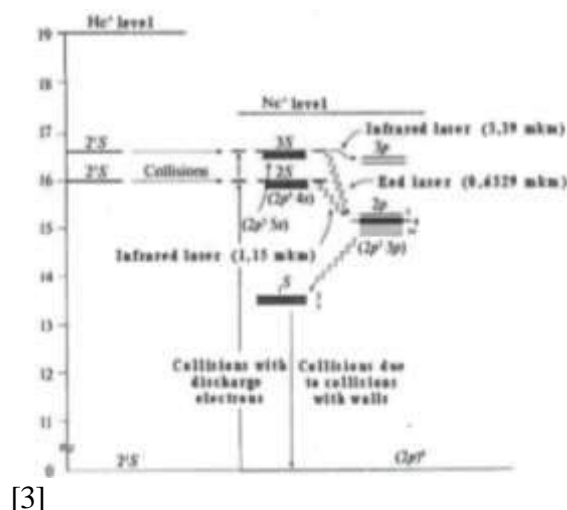
REFERAT

Məqalədə Amerika fiziki azərbaycanlı Əli Cavanın dünya elmindəki rolu qeyd olunur. Əli Cavan - ilk qaz lazerini ixtira edən alimdir. Onu “lazerin atası” və “Şərqi Eynşteyni” adlandırırlar.

Əli Cavan - fizik, “Müasir dövrün 100 dahisi” siyahısında yer alan on dördüncü dahidir[1]. O, ilk dəfə olaraq, hazırda telekommunikasiyanı onsuz təsəvvür edə bilmədiyimiz qaz (helium-neon) lazerini ixtira etmişdir. Rabitə sahəsində, materialların emalında, informasiyanın saxlanması və ötürülməsində, tibbdə və s. sahələrdə istifadə olunan hər hansı bir texnoloji qurğu kvant elektronika sahəsində çalışan alimin kəşfləri əsasında işləyir. Əli Cavanı “Şərqi Eynşteyni”, “lazerin atası” adlandırırlar, o, ən yüksək mükafat olan Albert Einstein World Medal of Science medalı ilə təltif olunmuşdur. Amerika Birləşmiş Ştatlarında Əli Cavanın elmi işlərinin nəşr edilməsi böyük alim və ixtiraçıya münasibətdə şərəfli vəzifə hesab olunur.

Əli Cavan - Amerika fiziki, 1926-cı ildə Tehranda azərbaycanlı ailəsində anadan olmuşdur. 1948-ci ildə gələcəyin dahi aliminin ailəsi ABŞ-na köçür və 6 il sonra fəlsəfə doktoru, 38 yaşında isə - Massaçusets Texnologiya Universitetinin professoru adını alır. 1959-cu ildə Əli Cavan “Physical Review Letters” jurnalında məqalə dərc etdirərək, ilk kəsilməz qaz lazerini tədqiq etməyi təklif edir və bununla da kvant elektronikasında yeni olan qeyri-xətti spektroskopiyaya sahəsini açır. Alim özünü bütövlükdə lazerə həsr edə bilirdi.[2] O, aktiv mühit qismində qazdan istifadə etməyə qərar verdi, belə ki, bu sadə maddənin tədqiqatları asanlaşdıracağını ehtimal edirdi. Lakin Əli Cavan düşündü ki, yüksək gücə malik lampalardan bilavasitə həyəcanlaşmış halı almaq üçün istifadə etmək mümkün deyil. Bunun üçün ya xalis neon mühitin-

də elektronlarla birbaşa toqquşmalardan, yaxud da digər növ toqquşmalardan istifadə etmək olar. Bu halda boşalma borusu iki növ qazla doldurulur. Həmin qazlar elə seçilir ki, elektrik boşalmasında elektronlarla toqquşma yolu ilə həyəcanlaşan birinci qazın atomları öz enerjilərini ikinci qazın atomlarına ötürərək, onları həyəcanlaşdırır. Qaz qarışıqlarının bəzilərinin enerji səviyyələrinin quruluşu bu tələblərə cavab verirdi. Faktiki olaraq elə etmək lazım idi ki, ikinci qazın enerji səviyyəsinin enerjisi birinci qazın həyəcanlaşma enerjisinə bərabər olsun. Mümkün qaz kombinasiyalarında alim helium və neon kombinasiyasını seçdi. (Şəkil 1)



Şəkil 1

Helium qaz (He) və neon (Ne) enerji səviyyələri.
Burada əsas lazer keçidləri göstərilir.

O hesab edirdi ki, istənilən fiziki proses enerjisinin səviyyələr üzrə Bolsman paylanması ödəməyə can atır (başqa sözlə aşağı səviyyənin sıxlığı yuxarı səviyyənin sıxlığından artıqdır). Buna görə stasionar prosesdə invers sıxlığa malik mühit yalnız müxtəlif sürətlə baş verən müxtəlif fiziki proseslərin rəqabəti nəticəsində yarana bilər.

1959-cu ildə, bu layihənin onu daha çox cəlb etdiyi vaxt, Əli Cavan lazer barədə ideyasını "Physical Review Letters" jurnalında dərc etdirdi. Həmin dövrdə o artıq komanda toplamış və qaz qatışığında işçi parametrlər dəstənin ölçülməsi üçün eksperimentlər işləyib hazırlamışdı. Əsas dönmüş nöqtəsi 1960-cı ilin fevral-mart aylarında baş verdi. Həmin vaxt alimin komandası 1959-cu ildəki nəşrində onun qabaqcadan xəbər verdiyi dəqiq dalğa uzunluqlarında işığın güclənməsini nümayiş etdirməyə müvəffəq oldu. Lakin atomlardan lazer işığını hasil edə biləcək işçi lazer aparatını yığmaq üçün daha bir neçə ay vaxt tələb olunurdu. İlk fasiləsiz qaz lazeri 1960-cı ildə Əli Cavan tərəfindən, bu sahədə aparıcı alimlər - U.Bennot və D.Erriotla birlikdə yaradıldı.

Azsaylı müsahibələrinin birində Əli Cavan deyir: "Lap mənim əvvəlcədən dediyim kimi alındı. Komandamız 1960-cı ilin fevral ayından konstruksiya üzərində işləməyə başladı və düz nəzərdə tutulduğu vaxt -12 dekabr 1960-cı il tarixdə lazer artıq hazır idi. Xatırlayıram, saatıma baxdım, 16:20 dəqiqəni göstərirdi. Həmin gün çox bərk qar yağdı. Milad bayramına qədər ilk fasiləsiz qaz lazerini ictimailəşdirmək istəyirdik. Belə də oldu[4]. Ertəsi gün fasiləsiz qaz lazeri sınaqdan keçirildi. 13 dekabr 1960-cı il lazer şüasının köməyi ilə ilk telefon danışığı günü kimi tarixə yazıldı. Əli Cavan deyir ki, 30-cu illərdə Avropa alimləri birinci fasiləsiz lazeri ixtira etməyə çox yaxınlaşmışdı. Atomların işıq dalğalarını şüalandırdığını təsdiq edən kəşf artıq edilmişdi. Əli Cavan özü həmin vaxt uşaq olmasaydı, lazeri daha əvvəllər, 30-cu illərdə yaratmış olardı.

Elm dünyasında belə bir deyim var ki, ixtiranı və ya kəşfi zamanı gələndə sən etməsən, başqası edəcək. Bu bir həqiqətdir.

Elm tarixinə nəzər salsanız, 1937-38-ci illərdə lazer ideyasına yaxınlaşmış fizikləri görə bilərsiniz. O dövrün alimləri atomların işıq dalğalarını şüalandırdığını öyrənirdi və artıq lazer (məcburi

şüalandırma yolu ilə qazlarda işığın gücləndirilməsi) ideyasına yaxınlaşmışdılar. Həmin dövrün ədəbiyyat xronikasından aydın şəkildə görünür ki, alimlər bu fikri həyata keçirməyə tam yaxınlaşmış, lakin sonradan o fikirdən uzaqlaşaraq, imkan əldən vermişdirlər [5]. Beləliklə də alimlər şans əldən vermişdirlər. Onları yalnız istilik tarazlığında materiyanın xassələri maraqlandırır. Lakin lazerdə atomlar qeyri-istilik tarazlığında olmalıdır. Lakin həmin alimlər, çoxluğun qəbul etdiyi kimi, bu sahənin "pionerləri" olmuşlar.

Yaradıcı fikrin olduğu vaxtı dəqiq müəyyən etmək çətindir. Əli Cavan düşünürdü ki, bir xətt boyunca inkişaf edən bu prosesin bir başlanğıcı var. Bəzən sən ixtiran barədə onun nədən ibarət olduğunu dəqiq təsvir etməsən və qəflətən bu baş verir və ixtira olunur. Həmin dövrdə Əli Cavan "Bell Telephone Laboratory" (Murray Hill, New Jersey) elmi-tədqiqat heyətinə qoşulmuş və qaz lazerini sınaqdan keçirmək üçün onları ona "açıq bilet" verməyə inandıra bilmişdi. Təxminən elə həmin vaxt daha iki fizik - Çarlz H.Tauns və Artur L.Şaulou lazerlərə digər yanaşma metodlarını təklif etdi. Həmin metodlar hazırda "optik yüklənən lazer" adı ilə tanınan prinsipə əsaslanırdı. Bu lazerlər atomlardan lazer işığı ayırır və onları intensiv işıq mənbəyi ilə doldurur. Əli Cavanın yanaşması tamamilə başqa idi. O, elektrik cərəyanlarından elektrik enerjisinin lazer şüasının çıxış enerjisinə çevrilməsində istifadə edirdi - "qaz lazeri" kimi tanınan proses üçün istifadə edirdi. Bu iki ixtira - "optik yüklənən lazer" və "qaz lazeri" həqiqətən də bir-birindən fərqlənir və tamamilə müxtəlif məqsədlər üçün istifadə olunur.

Helium-neon lazerində (qaz lazeri (Ə.Cavan, ABŞ, 1960)) işçi maddəni neonun (Ne) neytral atomları təşkil edir. Helium (He) atomları həyəcanlaşma enerjisini ötürməyə xidmət edir. Elektrik boşalmasında neon (Ne) atomlarının bir hissəsi əsas enerji səviyyəsindən E_1 həyəcanlanmış üst enerji səviyyəsinə E_3 keçir. Lakin E_3 səviyyəsində təmiz Ne-mün yaşama müddəti azdır. Atomlar sürətlə E_1 və E_2 səviyyələrinə "hoppanır" ki, bu da E_2 və E_3 səviyyə cütünü üçün kifayət qədər yüksək sıxlıq yaradılmasına mane olur. He-un əlavə olunması ilə vəziyyət əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. He-un birinci həyəcanlanmış səviyyəsi neonun E_3 üst səviyyəsi ilə uyğunlaşmır. Buna görə heliu-

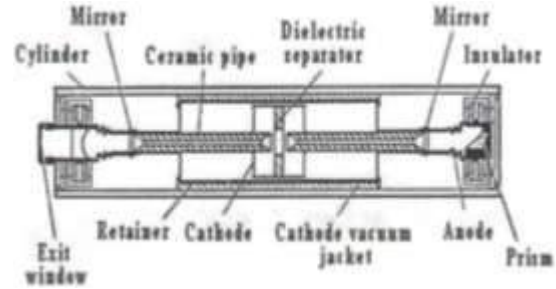
mun elektron zərbə ilə həyəcanlaşmış atomları neonun həyəcanlaşmış atomları (E_1 enerjisi) ilə toqquşduqda həyəcanlaşmanın ötürülməsi baş verir, nəticədə Ne atomları həyəcanlaşmış olacaq, He atomları isə əsas vəziyyətinə qayıdacaq. He atomları kifayət qədər çox miqdarda olduqda neon səviyyəsinin üstün sıxlaşmasına nail olmaq olar. Atomların qaz boşalma borucuğunun divarları ilə toqquşmaları zamanı baş verən neonun E_2 səviyyəsinin boşalması da buna yardım edir. E_2 səviyyəsinin effektiv boşalması üçün borucuğun diametri kifayət qədər kiçik olmalıdır. Lakin borucuğun kiçik diametri Ne kəmiyyətini və, deməli, generasiyanın gücünü məhdudlaşdırır. Generasiyanın maksimal gücü baxımından optimal diametr 7mm-ə qədər olan diametr hesab olunur. Beləliklə, Ne və He miqdarının (*partial təzyiqlər*) xüsusi seçimi nəticəsində və qaz boşalma borucuğunun diametri düzgün seçildikdə neonun E_2 və E_3 enerji səviyyələrinin sıxlığının stasionar inversiyası müəyyən olunur.

Səviyələr müəkkəb struktura malikdir, yəni çoxsaylı alt səviyələrdən ibarətdir. Nəticədə helium-neon lazeri görünən işıq və infraqırmızı şüalanma sahəsində 30 dalğa uzunluğunda işləyə bilər. Optik rezonator güzgüləri çoxsaylı dielektrik örtüklərə malikdir. Bu verilmiş dalğa uzunluğu üçün lazımı əks etdirmə əmsali əldə etməyə və, bununla da qaz lazerində tələb olunan tezlikdə generasiyanı həyəcanlaşdırmağa imkan verir.

Helium-neon lazerinin əsas konstruktiv elementi - qaz boşalma borucuğudur (adətən kvardan hazırlanır). Şəkil 2-də boşalmada qazın təzyiqi 1mm.c.s-ə bərabərdir, həmçinin He miqdarı adətən Ne miqdarından 10 dəfə çoxdur [6].

Korund keramikadan olan və daxili diametri 1.5mm olan Boşalma borucuğu sərt berillinin boru (silindr) üzərində quraşdırılmış yarımsəffaf güzgü ilə əks etdirici prizma arasında yerləşdirilib. Boşalma sabit cərəyanla (8ma, 1000v), ümumi mərkəzi katoda malik, hər birinin uzunluğu 127mm olan iki seksiyada həyata keçirilir. Soyuq oksidantal katodu (diametri 48mm, uzunluğu 51mm) cərəyanın katodun səthi ilə daha həmcins paylanmasını təmin edən dielektrik aralıq qatı ilə 2 yerə bölünüb. Anodu təşkil edən paslanmayan poladdan olan vakuüm silfonlar hər bir borucuğun güzgülərin və prizmanın tutucuları ilə hərəkətli birləş-

məsini təşkil edir. Örtük hissənin sol ucu çıxış pəncərəsi ilə təchiz edilib. Lazer 10000 saat ərzində kosmosda işləmək üçün hesablanıb.



Şəkil 2

Helium-neon lazerinin açıq kosmosda istifadə üçün işlənib hazırlanmış konstruksiyası.

Helium-neon lazerinin FİƏ 0.01%- i keçmir, lakin şüalanmanın yüksək monoxromatikliyi, istifadənin rahatlığı və konstruksiyanın etibarlılığı onların geniş tətbiqini şərtləndirir. Qırmızı helium-neon lazeri ($\lambda=0.6328\mu\text{m}$) uyğunlaşdırma və duzləndirmə işlərində istifadə olunur (şaxta işləri, gəmiqayıma, böyük qurğuların tikintisi). Helium-neon lazeri optik rabitədə və lokasiyada, qoloqrafiyada və kvant hiroskoplarında geniş tətbiq olunur.

“Optik yüklənən lazer” lazer şüalanmasının pulsasiya edən işıqlanma yaradır, “qaz lazeri” isə elə təmiz rəngdə fasiləsiz işıq topası yaradır ki, təbiətin özünün yol verdiyi hədlərə gəlib çatır. Malibu, Kaliforniyanın “Hughes Aircraft Laboratory” laboratoriyasının fiziki Teodor Mayman Taus və Şaulounun lazerlərinə ilk dəfə müvəffəq olmuşdur. Mayman optik yüklənməyə nail olmaq üçün “Ruby” sintetik kristalını və parlaq işığı istifadə edirdi. Onun “optik yüklənən lazeri “Əli Cavanın “qaz lazerini” təxminən yarım il qabaqlamışdır [7].

Mayman öz lazer ideyasını ilk dəfə sınaqdan keçirəndə, Əli Cavan, bu ideya ilə tanış olaraq, texniki səbəblərdən yalnız iki inert qazı - helium və neonu seçir. İş prinsipi belə idi: lazer aparatının içərisində iki elektrod qazın içərisi ilə gedən elektrik cərəyanını ötürür, sonra qaz qatışığında hadisələrin ardıcılığı baş verir. Elektrik enerjisi helium atomlarının energetik halında ilkin olaraq daxili enerji kimi qalır, sonra isə neon atomlarına və daha sonra isə lazer işığı şüasına çevrilir. Bu ideyanı

təcrübədən keçirmək üçün Əli Cavan iki il vaxt və "Bell Telephone Laboratory" şirkətinin iki milyon dollarını sərf etməli oldu.

1966-cı ildə Əli Cavan modların kəsişmə effekti nəzəriyyəsini yaradır. Həmin dövrdə bu cür effekt yalnız ehtimal idi, lakin tezliklə, 1969-cu ildə nəzəriyyə öz təsdiqini tapdı və modların kəsişmə effekti müşahidə üçün əlçatan oldu.

1970-ci ildə Əli Cavan lazer spektroskopiyaları çərçivəsində işıq sürətinin dəqiq ölçülməsi ilə məşğul olaraq, iki metod işləyib hazırladı: birincisi - işıq rəqslərinin mütləq tezliyinin ölçülməsi, ikincisi - qeyri-xətti flüoressensiyanın ölçülməsidir.

Tipik şərq qonaqpərvərliyinə uyğun olaraq Əli Cavan adətən qonaqlarını əzəmətli ofisində hazırladığı çaya qonaq edirdi. Otağın digər tərəfindəki küncündə Cavanın nəvazişlə və çox qayğı ilə "Adəm" adlandırdığı bütün qaz lazerlərinin "babası"-1960-cı ildə qurulmuş orijinal ixtira dayanırdı. Smitson İnstitutu bu ixtiranın "taleyinə" nəzarət edir və onu öz muzey kolleksiyasına əlavə etmək

üçün əldə etmək istəyirdi. Cavan bunu "gələcəkdə" onlara verməyə söz vermişdir. O, qurğunun hələ də işə yararlı vəziyyətdə olduğunu iddia edirdi. Təxminən bir metr uzunluğu olan, indi şüşə içərisinə qablaşdırılan bu sadə görünən aparat, müasir texnologiyaya yol açan ən əhəmiyyətli ixtiralardan biridir.

Əli Cavan Massaçusets Universitetinin professoru olmaqla yanaşı, həm də ABŞ Elmlər Akademiyasının, Amerika Elm və İncəsənət Akademiyasının, Triyest elmi inkişaf fondunun üzvü idi. Onun lazer texnologiyaları vasitəsi ilə dünya elminə verdiyi töhfə bütün dünyada geniş qəbul olunur. 1975-ci ildə Amerika Optika Cəmiyyəti "elmi tədqiqatlar üçün misilsiz tətbiq olunma xüsusiyyətinə malik optik qurğunun (qaz lazerinin) yaradılmasına" yüksək qiymət verən Əli Cavandan sitat götürərək alimi ən mötəbər mükafat olan Fredrik İvs Medalı (Fredric Ives) ilə təltif etmişdir. 1993-cü ildə Əli Cavan Albert Eynşteyn Mükafatının laureatı olur.

1. Али Джаван. *Хава TOP. Великая Эпоха (The Times, Израиль), (2010).*
2. Javan, Ali with Blair, Betty. "Scientists Who Made A Difference: Ali Javan, The Gas Laser and Beyond, *Azerbaijan International*. 4 №2 (Summer 1996)14-18.
3. Javan, Herriott and Bennett. *Population Inversion and Continuous Optical Maser Oscillation in a Gas Discharge Containing a He-Ne Mixture, Physical Review Letters*, (1961) 6-16.
4. Javan, Ali with Blair, Betty. *Scientists Who Made A Difference: Ali Javan, The Gas Laser and Beyond, Azerbaijan International*, 4 №2 (Summer 1996)14-18.
5. Albert Einstein. *World Award of Science 1993, Archived from the original on December 30 (2012) Retrieved August, 13 (2013).*
6. Javan, Ali. *Measurement of the Frequency of Light, Annals of the New York Academy of Sciences* (February 1969) 8-12.
7. Javan, A. *Theory of a 3-Level Maser, Physical Review*, (1957) 81-86.

LASER FATHER ALI JAVAN

N.N.EMİNOVA, T.R.EMİNOV

The article notes the role in world science of the American physicist of Azerbaijanis by origin Ali Javan. Ali Javan is a scientist who discovered the first gas laser. He is called "father of the laser" and "eastern Einstein".

ОТЕЦ ЛАЗЕРА АЛИ ДЖАВАН

Н.Н.ЭМИНОВА, Т.Р.ЭМИНОВ

В статье отмечается роль в мировой науке американского физика азербайджанца по происхождению Али Джавана. Али Джаван - ученый, открывший первый газовый лазер. Его называют "отцом лазера" и "восточным Эйнштейном".