

## GaSe NANOZƏRRƏCİKLƏRİNİN OPTİK XASSƏLƏRİ

A. M. ƏLİYEVƏ

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası, H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,  
AZ 1143, Bakı şəhəri, H.Cavid pr. 131  
mail: ay\_ten15@rambler.ru

Təqdim olunan iş yarımkeçirici kvant naqillərində optik udulmaya və GaSe nanozərrəciklərin alınması, fiziki xassələrinin tədqiqinə həsr olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, kvant naqilin eni artdıqca udulma əmsalının qiyməti azalır və rezonans piki kiçik enerjilərə tərəf sürüşür. "Pulverisette" cihazı vasitəsilə GaSe nanozərrəcikləri alınmış, onların struktur analizi aparılmış, optik xarakteristikaları təcrübi olaraq tədqiq edilmişdir.

**Açar sözlər:** GaSe, nanozərrəcik, EDAX, SEM, XRD

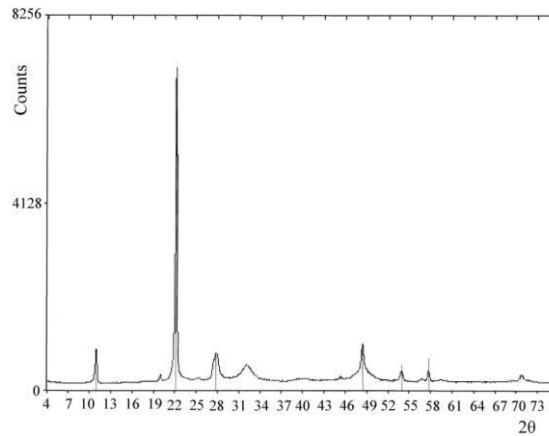
**PACs:** 76.60..Lc, 78.67.Bf, 78.67.Lf

Hazırda optoelektronikada müxtəlif yarımkeçirici maddələrin nanozərrəcikləri geniş tətbiq olunur. Kvant hadisələrinin nanozərrəciklərdə, xüsusi ilə az tədqiq olunan GaSe nanozərrəciklərində tədqiqi onların əsasında geniş funksional imkanlara malik olan yeni elementlərin yaradılmasına imkan verir.  $A^3B^6$  yarımkeçirici birləşmələri, xüsusi ilə GaSe və InSe kristalları, böyük qeyri-xətti nüfuzluq əmsalına malik olduqlarından, onlarda bir sıra qeyri-xətti optik effektlər aşkar edilmiş və öyrənilmişdir: harmonikaların generasiyası, iki fotonlu optik udulma, işığın parametrik generasiyası, optik bistabillik effekti, zonaların qeyri-xətti dolması, yarımkeçirici lazerlər, nanosaniyəli lazer detektorları, optik filtrlər və s. Hazırda GaSe kristalları əsasında lazer və termik oksidləşmə nəticəsində radiusu 40-48 Å olan "nanolülələr" hazırlanmışdır. D.F. Kelley və Tu V.Chikan yüksəktemperaturlu kimyəvi sintez əsasında ölçüləri  $2\pm 6$  nm olan GaSe nanozərrəcikləri almışlar [1]. Həmçinin buxar-məyve-bərk faza əsasında ölçüləri  $2\pm 6$  nm olan nanozərrəciklər də alınmışdır. GaSe nanozərrəciklərini şüşə matrisa üzərində də alınmışdır [4]. S.İ. Drapak [3] və başqaları İTO - GaSe heteroqəçidləri hazırlamağa müvəffəq olmuşlar. Alınmış heteroqəçidlər ölçüləri 5-6 nm olan  $Ga_2O_3$  maddəsinin üzərinə çəkilmişdir. Məlum olmuşdur ki, belə İTO - GaSe heteroqəçidlərində yükdaşıyıcıların bütün köçürmə mexanizmləri dəyişir;  $V_{oc}$ -nin qiyməti iki dəfə, elektrolüminessensiyanın qiyməti bir tərtib artır; həmçinin Gü-nəş enerjisinin effektiv çevrilməsi iki dəfədən çox olmuşdur.

Təqdim olunan işdə GaSe nanohissəcikləri "Pulverisette" cihazı vasitəsi ilə hazırlanmışdır. GaSe maddəsi cihazın içərisindəki küvetə qoyularaq, ağır küvrə şəklindəki dəmirlərin arasında yerləşdirilmişdir. Küvrələr firdandıqca maddə onlar arasında yavaş-yavaş kiçik hissəciklərə parçalanır. 150 saat fasiləsiz iş müddətində GaSe kristallarının kiçik ölçülü hissəciklərini əldə etmək mümkün olmuşdur. Alınmış zərrəciklərin rentgenstruktur analizi (x-ray diffraction, XRD) şəkil 1-də verilmişdir. XRD cihazı Philips X difraktometrindən ibarət olub,  $Cu K_\alpha$  şüalanma mənbəyindən ibarətdir. Şüaların dalğa uzunluğu  $\lambda=1,54$  Å olmuşdur. Rentgenstruktur analizindən istifadə etməklə Debay - Şerer düsturuna əsasən GaSe zərrəciklərinin ölçüləri təyin olunmuşdur. (1)

$$D = \frac{0,9}{\beta \cos \theta} \quad (1)$$

Burada  $\lambda$ -rentgen şüalarının dalğa uzunluğu,  $\beta$  - intensiv difraksiya xəttinin yarımənisi,  $\theta$  - difraksiya bucağıdır.



Şəkil 1. GaSe nanozərrəciyinin rentgenstruktur analizi.

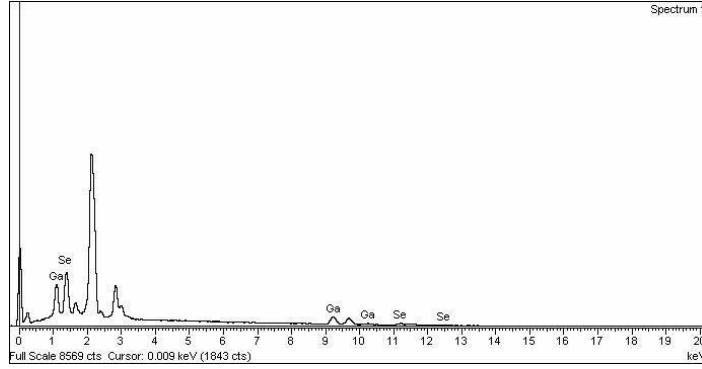
Rentgen şüalarının dispersiv enerji spektroskopiyası (EDAX) və darayıcı (scanned) elektron mikroskopu (SEM) üsulları ilə nanozərrəciklərin quruluşu tədqiq edilmişdir. EDAX və SEM təsvirləri müvafiq olaraq şəkil 2 və şəkil 3-də verilmişdir. EDAX təsviri göstərir ki, GaSe nanozərrəciyində stexiometrik münasibət, yəni qalliumun selenə nisbəti birin-birə nisbətindədir. SEM təsvirlərində yarım dispersiv formada toplanan sferik nanokristalların ölçüləri 20 nm tərtibindədir.

GaSe nanohissəciklərinin optik udma spektrləri difraksiya qəfəsi olan JOBİN-YVON monoxromatoru vasitəsi ilə həyata keçirilmişdir. Qəbuledici olaraq FEM-100-dan istifadə olunmuşdur. Çıxışda alınan siqnal rəqəmli qeyri-stasionar sistemə verilmişdir. Eyni zamanda yaddaşlı ossilloqraf (Le Groy 9400) və computer sistemindən də (Board Master 800 ABI 8) istifadə olunmuşdur.

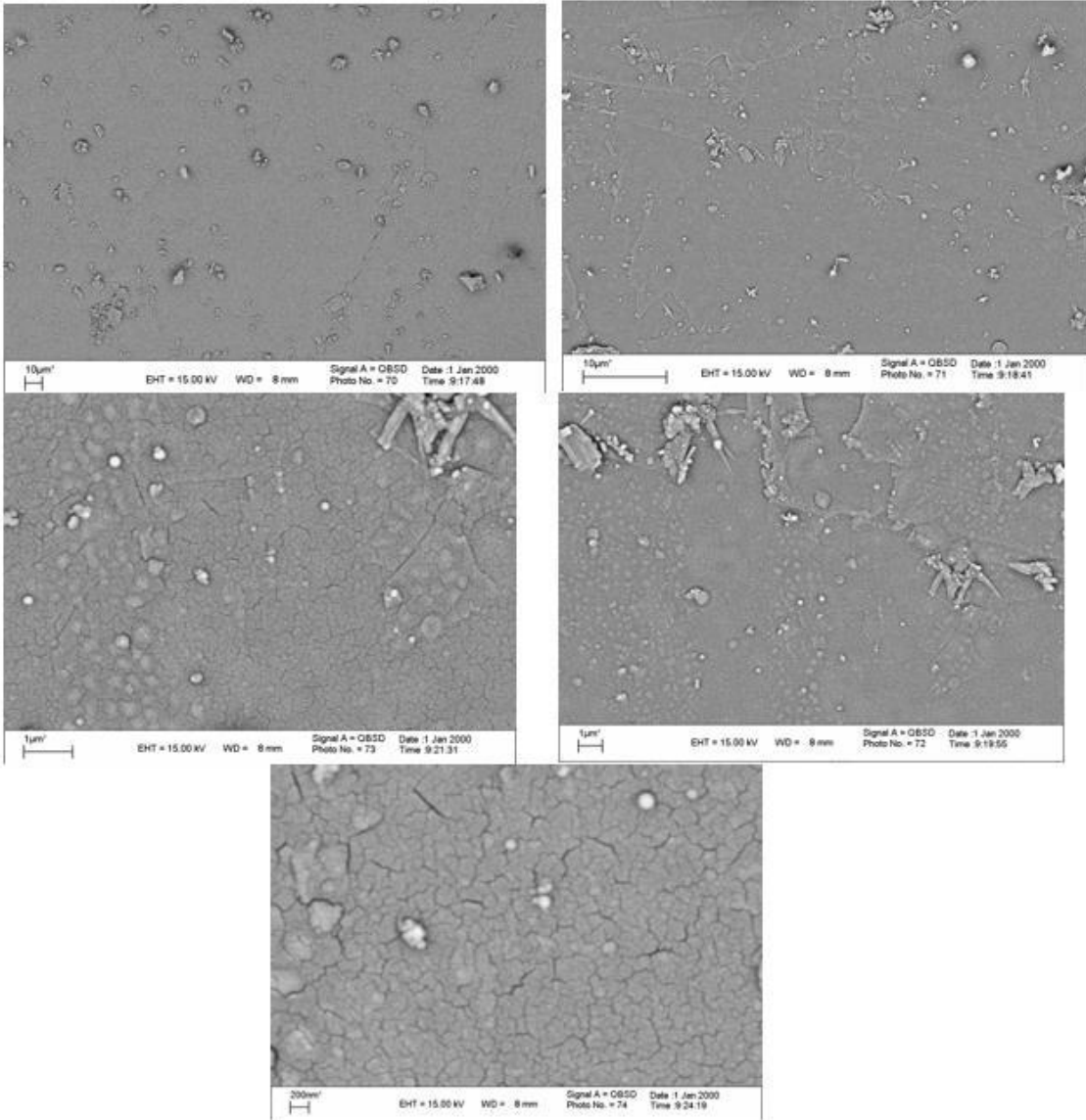
Şəkil 4 -də GaSe nanohissəciklərinin udma spektri verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi spektr çox geniş bir diapazonu əhatə edir, 250 - 800 nm. Spektr iki maksimumdan ibarətdir: uzundalğalı maksimum  $\lambda=620$  nm və qısadalğalı maksimum  $\lambda=310$  nm (4.01 eV). GaSe kristallarının udma spektrinə nəzər salsaq görərik ki, 1,97 eV-dan başlayan spektr çox

kiçik bir diapazonu əhatə edir və bu kristalların spektrində qısdalğalı maksimum müşahidə olunmur. Odur ki, bu maksimumun məhz nanozərrəciklərlə əlaqədar olduğu mülahizə olunur. O ki, qaldı uzundalğalı maksimuma, bu maksimum GaSe kristallarının udma spektrində də müşahidə olunduğundan, bu mak-

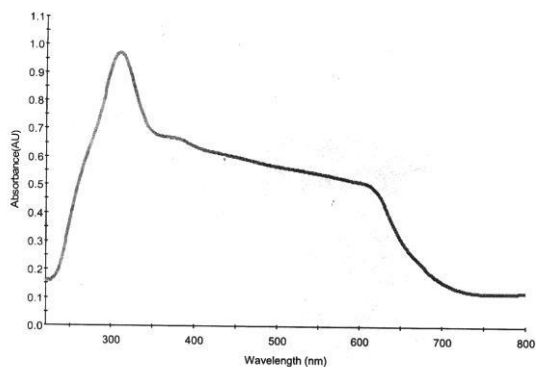
simum ( $\lambda=620\text{nm}$ ) aşqar səviyyəsi ilə əlaqədar olduğunu fərz etmək olar. Xatırladaq ki, otaq temperaturunda GaSe kristallarının qadağan olunmuş zolağının eni  $E_g(\text{krist.}) = 2,02 \text{ eV}$ -dur.



Şəkil 2. GaSe nanozərrəciyin EDAX təsviri.



Şəkil 3. GaSe nanozərrəciyin SEM təsviri.



Şəkil 4. GaSe nanozərrəciyinin udma spektri.

Məlumdur ki, yarımkeçirici nanohissəciklərinin qadağan olunmuş zolağının eni həmin kristalların qadağan

olunmuş zolağının enindən böyük olur [2]

$$E_g(\text{nano.}) = E_g(\text{krist.}) + \frac{\hbar^2 \pi^2}{2m_r a^2} \quad (2)$$

Burada  $m_r = m_e m_h / (m_e + m_h)$  götürülmüş kütlə,  $a$ -nanozərrəciyin ölçüsüdür.

GaSe kristalının müvafiq parametrlərini ( $m_e = 0,7m_0$ ,  $m_h = 0,5m_0$ ), və nanozərrəciyin ölçüsünü nəzərə alsaq ( $a = 2\text{nm}$ ), (2) ifadəsinin ikinci həddi  $\frac{\hbar^2 \pi^2}{2m_r a^2} = 2,0\text{eV}$ -olar. Bu zaman  $E_g(\text{krist.}) = 2,02\text{eV}$  olduğunu nəzərə alsaq,  $E_g(\text{nano.}) \approx 4,0\text{eV}$  tərtibində olar.

[1] Yang H.Tu.S., V.Chikan, D.F. Kelley. J. Phys.Chem. 2004, B 108, 4701-. (2, nano)  
 [2] S.Samuel. Int. J. of Nanotechnology 2004, v. 1. p.42-54.

[3] С.И.Дранак, М.О.Воробец, З.Д.Ковалюк. ФТП 2005, т.39, вып. 5, с. 633- 655.(55, ГП)  
 [4] M.T. Weller. Inorganic Materials Chemistry, Oxford University Press, Oxford 1977, p.12.

**A.M. Aliyeva**

### **OPTIC PHENOMENA OF GaSe NANOPARTICLES**

The present work is devoted to optic absorption in semiconductor quant wires and fabrication of GaSe nanoparticles and investigation into their physical properties. It has been shown that with increasing the quant wire width, absorption coefficient values decreases and resonance peak shift to small energies.

**A.M. Алиева**

### **ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ GaSe**

Настоящая работа посвящена оптическому поглощению в полупроводниковых квантовых проволоках и изготовлению наночастиц GaSe и исследованию их физических свойств. Показано, что с увеличением ширины квантовой проволоки значения коэффициента поглощения уменьшаются, а резонансный пик смещается в область малых энергий.