

Bi_{0,97}Sb_{0,03} ƏRİNTİSİNDƏ UDULMA VƏ LÜMINESSENSİYA SPEKTRLƏRİ**X.Ə. HƏSƏNOVA***Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının H.M.Abdullayev adına Fizika İnstitutu
AZ-1143, Azərbaycan, Bakı, H. Cavid pr.131*

Sintez olunmuş Bi_{0,97}Sb_{0,03} bərk məhlulunun luminessensiya spektrləri 300-700 nm dalğa uzunluğu aralığında otaq temperaturunda Monk-Giddison monoxromatoru ilə LS-55 spektrometridə tədqiq edilmişdir. Lorens-Qauss paylanması yolu ilə spektrlərin təhlili aparılmışdır.

Aparılan tədqiqatlar tərkibində bismut olan kristallik mühitlərin əksəriyyətinə, geniş (50 - 80 nm) zolağın (göy ($\tau \approx 1-2$ mksan) və qırmızı ($\tau \approx 5 - 12$ mksan) luminessensiya müddəti ilə) luminessensiya zolağının xarakterik olmasını göstərmişdir. Tərkibində bismut olan monokristallarda geniş luminessensiya və udulma zolaqları müşahidə olunmuşdur. Bu da öz növbəsində, nadir torpaq ionlarına səciyyəvi olmayan (onlarda optik elektronlar liqandların xarici sahəsindən ekranlaşdır) optik mərkəzin elektron-fonon qarşılıqlı təsiri ilə əlaqələndirilir.

Açar sözlər: Bi-Sb ərintiləri, luminessensiya, udulma

PACS: 71.20.Nr, 72.20.My, 72.20.Fr, 73.50.Jt

1. GİRİŞ.

Son onillikdə bismut-sürmə ərintiləri həm kriogen temperatur diapazonunda termoelektrik və soyudulma üçün ən mükəmməl materiallar sinfi kimi, həm də onlardan kifayət qədər effektiv lazer informasiya sisteminin yaradılması üçün istifadə imkanlarına görə maraq doğurur. Hal-hazırda, rabitə informasiya sistemlərində onların tətbiq şərtlərini təmin edən 1420-1460 nm diapazonda optik gücləndiricilər artıq yaradılmışdır, kəsilməz bismut lazerlərinin maksimum gücü isə 50%-ə qədər effektivliklə 20W səviyyəsinə çatmışdır.

Bu sistemlərin mükəmməlləşdirilməsi yolunda ciddi maneə bismut aktiv mərkəzinin adekvat IQ modelinin olmamasıdır. Qeyd edək ki, hal-hazırda müzakirə olunan nəzəriyyə modellərinin heç biri bu günə qədər mövcud olan bütün eksperimental məlumatları təmin etmir [1]. Bismut-sürmə bərk məhlulları həm də ona görə maraqlı obyekt sayılırlar ki, Bi və Sb yarım-metall birləşmələrindən asılı olaraq, müxtəlif elektron səviyyəsi qrupları öz enerjilərini dəyişirlər. Elementar Bi və Sb üçün yarım-metall davranışa səbəb olan üst-üstə düşən zolaqların təbiəti müxtəlifdir. Zolaqlar kəskin surətdə tərkibdən asılı olaraq enerjini dəyişir və "x" 0,07-dən 0,23-ə qədər əsl yarımkeçirici müşahidə olunur [2]. Darzolaqlı yarımkeçirici birləşmələrdə, valent zonanın və keçiricilik zonasının vəziyyəti enerjiyə əsasən çevrilə bilər və müvafiq olaraq, səth vəziyyəti də dəyişir. Bununla belə, 111 və ya 001 bazis müstəvisi Fermi enerjisini bir neçə dəfə keçən üçqat fırlanma və topoloji səth vəziyyətlərinin simetriyasına malikdir. Səth vəziyyətlərində elektronlar üçün Fermi səthi kifayət qədər mürəkkəbdir. Lakin, topoloji səth vəziyyətlərinin tədqiqi üçün Bi_{0,9}Sb_{0,1} birləşməsi, demək olar ki, ideal material hesab edilir. Hazırda aparılan tədqiqatlar göstərir ki, tərkibində bismut olan kristallik mühitlərin əksəriyyətinə, geniş (50-80 nm) zolağa (göy ($\tau \approx 1-2$ mksan) və qırmızı ($\tau \approx 5-12$ mksan) luminessensiya müddəti ilə) luminessensiya zolağı xarakterikdir. Bismutlu monokristallarda geniş luminessensiya və udulma zolaqları müşahidə

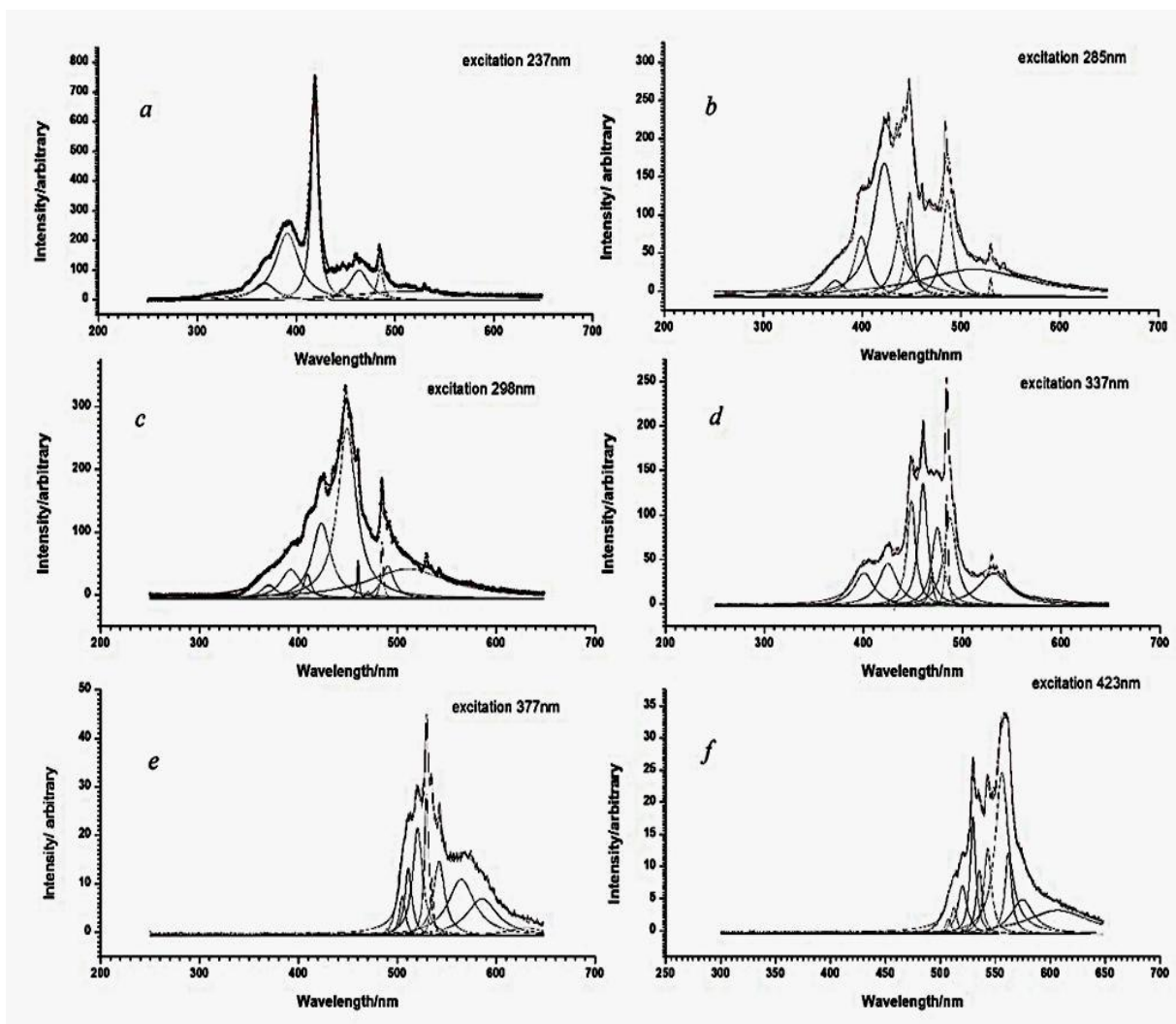
hidə olunmuşdur. Bu da, öz növbəsində, nadir torpaq ionlarına səciyyəvi olmayan (onlarda optik elektronlar liqandların xarici sahəsindən ekranlaşdır) optik mərkəzin elektron-fonon qarşılıqlı təsiri ilə əlaqələndirilir.

2. TƏCRÜBƏ HİSSƏSİ.

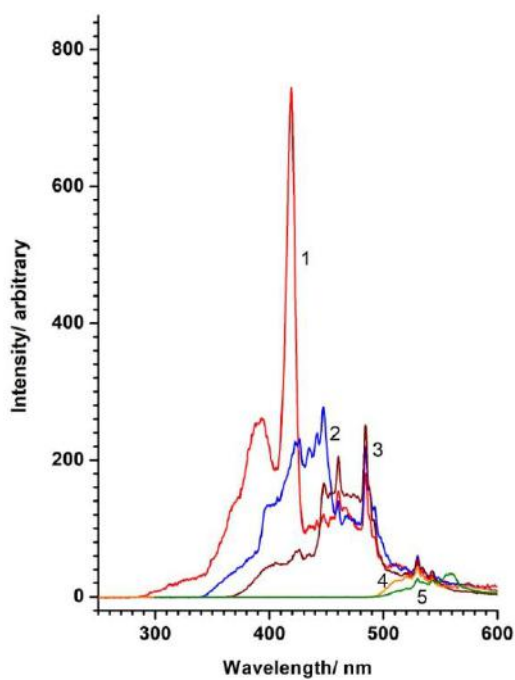
Şəkil 1-də Bi_{0,97}Sb_{0,03}-ün həyəcanlanma halında luminessensiya spektri verilmişdir. Lorens-Qauss paylanması yolu ilə spektrlərin təhlili şəkil 1-də və cədvəl 1-də verilmişdir. Sintez olunmuş Bi_{0,97}Sb_{0,03} bərk məhlulunun luminessensiya spektrləri 300-700 nm dalğa uzunluğu aralığında otaq temperaturunda Monk-Giddison monoxromatoru ilə LS-55 spektrometridə tədqiq edilmişdir. 150Wt ksenon mənbədən həyəcanlandırılma nəticəsində luminessensiya Xe: 237 nm (5,231 eV), 285 nm (4,35 eV), 298 nm (4,16 eV), 337nm (3,697 eV), 377 nm (3,299 eV), 423 nm (2,931eV) tərkiblər müvafiq olaraq: x=15; 12; 3. Dalğa uzunluğunun verilmə dəqiqliyi $\pm 1,0$ nm, dalğa uzunluğunun verilməsinin canlandırılması $\pm 0,5$ nm.

Daha öncə də qeyd edildiyi kimi, enerjiləri Bi və Sb yarım-metall birləşməsindən asılı olaraq dəyişən bismut-sürmə bərk məhlullarının özünəməxsus cəhətləri onlarda elektron səviyyələrinin müxtəlif qruplarının mövcud olmasıdır.

Təcrübi olaraq sübut olunmuşdur ki, tərkibində bismut olan kristallik mühitlərin əksəriyyətinə, geniş (50-80 nm) zolağa (göy ($\tau \approx 1-2$ mksan) və qırmızı ($\tau \approx 5-12$ mksan) luminessensiya müddəti ilə) luminessensiya zolağı xarakterikdir. Tərkibində bismut olan materialların tədqiqinə dair toplanmış məlumatların təhlilindən, demək olar ki, göy və qırmızı luminessensiya zolağının olmasına aid eksperimental sübutlar var: göy luminessensiya ($\approx 400-500$ nm) Bi³⁺ ionunun energetik səviyyələri arasında ³P₁ → ¹S₀ elektron keçidi nəticəsində yaranır, bununla bərabər qırmızı luminessensiyanın yaranması Bi²⁺ ionu və ²P_{3/2}(1) → ²P_{1/2} keçidi ilə əlaqəlidir. (qırmızı luminessensiyanın mövcudluğu EPR ölçmə nəticələri ilə sübut olunur) [3].



Şəkil 1. $\text{Bi}_{0.97}\text{Sb}_{0.03}$ -nin lüminessensiya spektrlərinin Lorens-Qauss komponentlərinə ayrılması



Şəkil 2. $\text{Bi}_{0.97}\text{Sb}_{0.03}$ -ün həyəcanlanma halında lüminessensiya spektri: 1- 237nm, 2- 285nm, 3- 337nm, 4- 377nm, 5- 423nm.

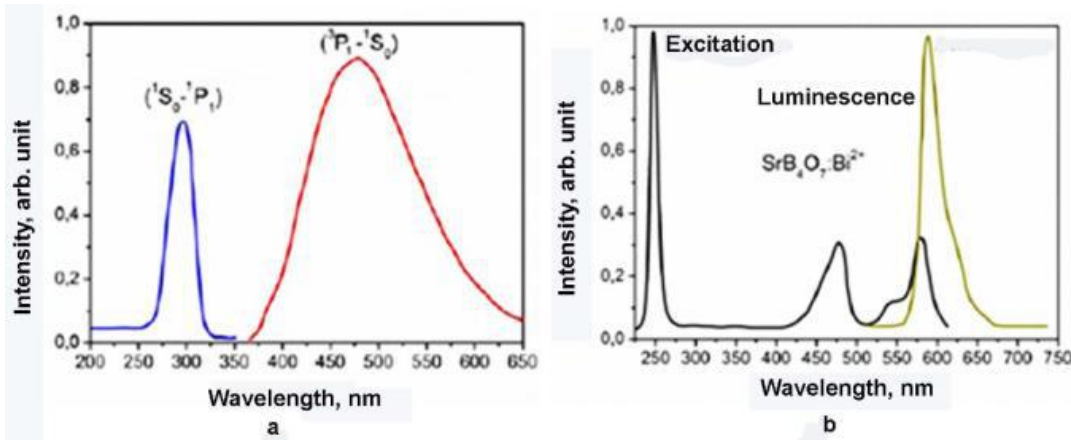
Bi_{0,97}Sb_{0,03} ərintisində eksperimental lüminessensiya spektrlərinə əsasən hesablanmış Lorens-Gauss komponentlərinin cədvəli

| 237nm | Area | Center | Width | Height |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | 2516,383159 | 367,6200963 | 27,13683398 | 59,03338889 |
| 2 | 10134,58385 | 390,8803923 | 28,41123999 | 227,0888727 |
| 3 | 9115,84707 | 418,6429756 | 8,390080269 | 691,6892688 |
| 4 | 574,6539809 | 446,0808754 | 9,341981276 | 39,16043885 |
| 5 | 3744,753594 | 463,4824462 | 23,27715175 | 102,4173493 |
| 6 | 1281,684127 | 484,9682822 | 7,751891798 | 105,2575911 |
| 7 | 6984,609142 | 514,384985 | 138,6946137 | 32,05993486 |
| 285nm | | | | |
| 1 | 688,9598885 | 370,0826292 | 20,20760976 | 21,70496622 |
| 2 | 1795,76332 | 392,1386006 | 24,426441 | 46,80249718 |
| 3 | 580,3488079 | 409,0118075 | 9,286427193 | 39,78510985 |
| 4 | 4338,800444 | 423,3300915 | 22,88694309 | 120,6874217 |
| 5 | 9630,969348 | 449,0752485 | 22,55827241 | 271,7967672 |
| 6 | 239,9563662 | 460,3255229 | 2,435551008 | 62,72131717 |
| 7 | 111,5815042 | 470,2731137 | 5,805230979 | 12,23637648 |
| 8 | 427,0325963 | 484,4116168 | 2,982120349 | 91,16244901 |
| 9 | 1256,508937 | 490,2786943 | 15,27245468 | 52,37654653 |
| 10 | 7697,135068 | 510,6435174 | 102,6747254 | 47,72497179 |
| 298nm | | | | |
| 1 | 720,7255695 | 372,9938845 | 21,36145666 | 21,47925375 |
| 2 | 2193,510356 | 399,1069058 | 17,64201514 | 79,15377311 |
| 3 | 7502,623833 | 422,443259 | 27,21519306 | 175,5019215 |
| 4 | 2521,726267 | 439,9555659 | 16,23068035 | 98,91025926 |
| 5 | 1821,197558 | 448,0994148 | 8,443988261 | 137,3060145 |
| 6 | 2402,851242 | 464,4785731 | 27,83176032 | 54,96248147 |
| 7 | 2598,162854 | 486,2567712 | 13,02942177 | 126,9466807 |
| 8 | 7890,768122 | 513,5009393 | 137,5921104 | 36,50949891 |
| 9 | 110,3481595 | 530,0770216 | 2,787641738 | 25,20044782 |
| 337nm | | | | |
| 1 | 1397,56674 | 400,6142716 | 23,80908415 | 37,36887206 |
| 2 | 1712,800069 | 424,8516957 | 22,91944112 | 47,5754354 |
| 3 | 1928,779556 | 448,4507205 | 10,36249662 | 118,4945334 |
| 4 | 2419,590895 | 460,2385795 | 11,17247279 | 137,8709471 |
| 5 | 291,5587115 | 468,4215737 | 5,676127846 | 32,70046863 |
| 6 | 1878,307539 | 474,7445809 | 13,55668275 | 88,20503804 |
| 7 | 596,1564878 | 484,2308574 | 2,951040046 | 128,6072034 |
| 8 | 2399,101309 | 487,5445474 | 15,43007465 | 98,98301624 |
| 9 | 2221,916927 | 531,8582406 | 38,51328454 | 36,72800866 |
| 377nm | | | | |
| 1 | 91,05721048 | 505,0998717 | 7,106838757 | 8,156765982 |
| 2 | 186,3550074 | 511,1032828 | 8,494720134 | 13,96600247 |
| 3 | 410,9404328 | 520,5551284 | 11,78201608 | 22,20441757 |
| 4 | 238,6156199 | 529,6951689 | 5,149798235 | 29,49774238 |
| 5 | 70,79477099 | 534,7712554 | 3,706141611 | 12,16072016 |
| 6 | 331,9753638 | 542,1621576 | 13,76244368 | 15,35643563 |
| 7 | 599,4189173 | 564,7734969 | 32,73544092 | 11,65714968 |
| 8 | 447,5163818 | 585,699488 | 37,11565504 | 7,675946359 |
| 9 | 122,3177143 | 630,0374927 | 48,10505386 | 1,618746248 |
| 423nm | | | | |
| 1 | 22,38595328 | 507,2783048 | 6,049195942 | 2,355906573 |
| 2 | 43,35328267 | 512,2757738 | 6,795765854 | 4,06128721 |
| 3 | 118,9949788 | 520,070216 | 10,11096815 | 7,492314801 |
| 4 | 174,337273 | 529,6372551 | 6,076210139 | 18,26575324 |
| 5 | 102,2011202 | 535,4441268 | 6,539871682 | 9,948704961 |
| 6 | 166,5586323 | 543,1648061 | 7,993825543 | 13,2645525 |
| 7 | 578,5175235 | 555,9704241 | 14,69544395 | 25,06189642 |
| 8 | 140,0934691 | 561,7954979 | 7,040015988 | 12,66847584 |
| 9 | 206,0384013 | 574,6210952 | 24,5282845 | 5,347627151 |
| 10 | 398,6712337 | 606,7921792 | 68,82667554 | 3,687552654 |

3. MÜZAKİRƏLƏR VƏ İNTERPRETASIYA.

Beləliklə, həyəcanlanma vəziyyətinə təhrif güclü təsir edir. Bundan əlavə, həyəcanlanma zolağının vəziyyəti nefelaksetik effektin təsirindən yaranan elektron təbəqəsinin deformasiyaya uğramasına görə güclü sürətdə kovalentlik ion-liqand rəbitəsindən (və polyarlaşmadan) asılıdır. “sahib” qəfəsin ns^2 ionlarının energetik səviyyələrinə güclü təsiri nəticəsində UB-dən (göydən) qırmızıya qədər aralıqda dəyişən şüalanmanın müxtəlif enerjilərinin yaranmasına səbəb olur. Lakin, ns^2 – tipli ionların spektroskopik prinsipləri yaxşı başa düşülsə də, bir çox “sahib”- qəfəslərdə şüalanma və həyəcanlanma zolaqlarının interpretasiyası hələ də mürəkkəb və mübahisəli məsələ olaraq qalmaqdadır. Bi^{3+} sərbəst ionunun əsas vəziyyəti 1S_0 -dən ($6s^2$ konfigurasiyası) ibarətdir. Eyni zamanda həyəcanlanmış $6s6p$ konfigurasiyası enerjisinin artması tərtibində 3P_0 , 3P_1 , 3P_2 triplet və 1P_1 sinqlet vəziyyətlərə uyğun gəlir. 1S_0 əsas vəziyyətdən 3P_1 , 3P_2 və 1P_1 həyəcanlanmış vəziyyətə keçidlər, adətən müvafiq olaraq, A, B və C ilə işarə olunurlar (şəkil 1b). Mümkün elektrik dipol $^1S_0 \rightarrow ^1P_1$ keçidi (C-zolağı) ən böyük enerjiyə malikdir və adətən yüksək ultrabənövşəyi oblastda yerləşir. $^1S_0 \rightarrow ^3P_1$ və $^1S_0 \rightarrow ^3P_2$ keçidləri (müvafiq olaraq, A və B zonalarının) spinə əsasən qadağan olunmuşdur; lakin A-keçid 3P_1 və 1P_1 arasında spin-orbital rəbitə hesabına mümkün olur. Nəticədə, az enerji ilə 3P_0 əsas vəziyyətdən həyəcanlanmış vəziyyətə keçid ciddi sürətdə qadağan olunur. Ga(Lu)BO₃:Bi³⁺ birləşməsində lümines-

sensiyanın izah edilməsi üçün [4] işində istifadə olunmuş, göy lüminessensiyanın olması ilə bağlı fərziyyələrdən biri ($Bi^{4+}+e^-$) kompleksinin formalaşması ilə əlaqəli olmuşdur. Müəlliflərin fikrincə, qalium ionunun bismut ionu ilə əvəz olunması kristalda atomların yerləşmə simmetriyasında təhrifə gətirib çıxarır. İnduksiya olunan təhrif Bi^{3+} ionunun həyəcanlanma vəziyyətində eksiton formalaşmasına səbəb ola bilər ($Bi^{4+}+e^-$). Bi^{3+} ionunda Bi^{4+} və e^- birləşməsi “göy” parlamının yaranmasına səbəb olur. Belə bir model InBO₃:Bi kristalında 1.25 eV (100 nm) anormal böyük axın irəliləməsi ilə göy lüminessensiyanın yaranmasını izah etmək üçün istifadə edilmişdir. Bismut ionu ilə aktivləşdirilmiş kristallarda müşahidə edilən “göy” lüminessensiyanın təbiətini izah etmək üçün, yetərincə tez-tez kristal qəfəsi civarında yerləşən bismut ionu modelinə baxılır. [5] işində müəyyən edilmişdir ki, YVO₄:Bi kristalının udulma spektri həm “tək” Bi^{3+} ionu, həm də kompleks Bi^{3+} ionu və kristal defekti üçün xarakterik olan UB oblastda zolaqlara malikdir. Belə udulma zolaqlarının yaranması müəlliflər tərəfindən Bi–O və V–O arasında yük daşınma prosesi ilə izah olunmuşdur. Nümunələr aşağıdakı şəkildə verilmişdir: a) GdAlO₃:Bi³⁺ üçün “göy” fotolüminessensiyanın spektri ($^3P_1 \rightarrow ^1S_0$ keçidi) və onun həyəcanlanma spektri ($^1S_0 \rightarrow ^1P_1$ keçidi) [6]; b) SrB₄O₇:Bi²⁺ üçün “qırmızı” fotolüminessensiyanın spektri və onun həyəcanlanma spektri [7].



Üçvalentli sürmə $5s_2$ elektron konfigurasiyasına malikdir və Bi^{3+} kimi, civəkimilər ailəsinə aiddir. Bununla belə, Sb^{3+} -un lüminessensiyası Bi^{3+} -dan daha az tədqiq edilmişdir [8]. Nümunə üçün [9-13] işlərinə istinad etmək olar. Bu nəşrlərin mətnlərindən aydın olur ki, müşahidə olunan 370nm və 375 nm lüminessensiya zolaqları Sb^{3+} ionları ilə əlaqəlidir və $^3P_1 \rightarrow ^1S_0$ keçidinə uyğun gəlir. Sb^{3+} ionları həmçinin, onların oksigen ionları ilə əhatə konsentrasiyası ilə əlaqəli olan 240nm $Sb^{3+}(I)$ və 280 nm $Sb^{3+}(II)$ lüminessensiya zolaqlarının yaranmasına cavabdehdir. Bununla belə, oksigen ionlarının konsentrasiyası $Sb^{3+}(II)$ əhatəsində $Sb^{3+}(I)$ –dən çoxdur. UB şüalanma zamanı Sb^{3+} və Ce^{3+} ion-

larının bir hissəsi müvafiq olaraq, beş və dördvalentli vəziyyətə keçərək elektronlarını şüşəyə verir. Sərbəst elektronlar əsasən, beşvalentli sürmə tərəfindən (Sb^{5+}) əmələ gətirməklə həmçinin, şüşə torunun defektləri tərəfindən tutulurlar. Bir saat müddətində $t = 450^\circ C$ temperatur tablanması şüşənin həyəcanlanma spektrinə, (təqribən ilkin vəziyyətə) səbəb olur və bunun nəticəsində Sb^{5+} ionları tablama zamanı şüşəyə tutulmuş elektron verir. Bu zaman sərbəst qalmış elektronlar beşvalentli sürmənin və dördvalentli seriumun ionlarının bir hissəsini üçvalentli vəziyyətə çevirirlər. Bu tədqiqatlar Sb^{3+} və Bi^{3+} arasında davranış oxşarlığını göstərdilər. Lüminessensiya temperaturdan, həyəcan-

lanmanın dalğa uzunluğundan və s. güclü asılılığı nümayiş etdirir. Bütün hallarda optik xassələrə s_2 tək cütün stereokimyəvi aktivliyi (koordinasiya çoxüzlüsünün asimetriya dərəcəsi ilə və onlarla əlaqəli Yan-Teller effektləri ilə) təsir edir.

Qeyd edək ki, xarici oxşarlıqlar ilə bərabər Sb^{3+} və Bi^{3+} nəzərə çarpacaq fərqlərə malikdirlər: Sb^{3+} daha kiçik ion radiusuna malikdir və koordinasiya sayı altıdan artıqdır. Bu, böyük kristal mərkəzlərində Sb^{3+} -un həddən artıq nəzərə çarpacaq yerdəyişməsinin mövcudluğunu ehtimal etməyə imkan verir və mahiyyətcə Bi^{3+} şüalanmasına nisbətən Sb^{3+} şüalanmasının böyük axın irəliləməsini və Yan-Teller effektinə həssaslığı izah edir [14-15].

Aşağı temperaturlarda belə parlamaya səbəb olan antimonat dəstəsi yaratmaq üçün kiçik bir Sb^{3+} ionu, sahib-qəfəsdə olan keçid metal kationlarını da əvəz edə bilər.

Bi^{3+} üçün bu aşqarlama imkanı bu ionun daha böyük ölçüyə malik olması ilə istisna olunmuşdur və müvafiq olaraq, Sb^{3+} ilə aktivləşdirilmiş birləşmələrin parlama prosesi interpretasiya üçün Bi^{3+} -da olan prosedən daha mürəkkəb olacaq.

Sb^{3+} ilə aktivləşdirilmiş lüminoforlar arasında Sb^{3+} , Mn^{2+} halogenfosfat $Ca_{10}(PO_4)_6(F, Cl)$ ən məşhurdur. Belə parlaq parlama səbəbindən onilliklər boyu ondan lampalarda sənaye lüminoforu kimi istifadə olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, Sb^{3+} göy şüalanmaya cavabdehdir [16].

Bu fosfatda Sb^{3+} axın irəliləməsi 19000sm^{-1} -ə çatır və bu da adətən aşağı temperaturlarda əldə olunur [17]. Qeyd edək ki, Sb^{3+} bu materialda otaq temperaturu şəraitində hansı səbəbdən bu qədər parlaq parlama nümayiş etdirməsinə hələ də aydınlıq gətirilməmişdir [18].

$SrMoO_4$ və $CaMoO_4$ molibdatlarını tərkibindəki keçirici metalın özündə səkkizvalentli və tetraedrik əlaqəni əks etdirən birləşmələrə nümunə kimi göstərmək mümkündür. Aşqarlanmamış $CaMoO_4$ 260 nm həyəcanlanma zamanı 534nm şüalanma və 320 nm həyəcanlanma zamanı 546nm şüalanma nümayiş etdirir [19].

Aşqarlanmamış $SrMoO_4$ 288nm həyəcanlanma zamanı 429nm şüalanma piki nümayiş etdirir. Hər iki birləşmə Sb^{3+} ilə aşqarlandıqda 450nm-dən 750 nm-ə qədər göy, yaşıl və qırmızı oblastı əhatə edən çox geniş şüalanma zolağı özündə əks etdirir. $SrMoO_4$ -də: Sb^{3+} 300nm həyəcanlanma zamanı şüalanma zolağı $\approx 560\text{nm}$ maksimuma çatır. 330 nm həyəcanlanma zamanı zolaq $\approx 620\text{nm}$ maksimuma malik olduğu halda, 360 nm həyəcanlanma zamanı maksimum şüalanma $\approx 690\text{nm}$ -də mərkəzləşmişdir. Bu təsirlər Sb^{3+} -ə aid edilir. Həyəcanlanma nəzarət olunan şüalanma $\approx 620\text{nm}$ dalğa uzunluğu üçün qeydə alınmışdır və 360nm qol və $\approx 310\text{nm}$ maksimum ilə dublet struktur nümayiş etdirmişdir. Eynilə belə bir davranış həyəcanlanma zolağı dublet və ya triplet struktura malik olan, $ScBO_3$ və $LuBO_3$ -də kristallik sahədə 3P_1 səviyyəsinin bölünməsi və Yan-Teller effekti ilə baş verən Sb^{3+} ilə aşqarlanmış digər birləşmələrdə də müşahidə olunmuşdur (məsələn, $M = Sc, Y, La$ və sirkon quruluşlu fosfatda MPO_4 c $M=Sc, Lu, Y$ olan CaS, MgS, Cs_2NaMC_{16} elpasolitlərində) [20-22].

$BCaMoO_4$: Sb^{3+} şüalanma $\approx 580\text{nm}$ -də maksimaldır. Həyəcanlanma $\approx 625\text{nm}$ -də ölçülmüşdür və $\approx 315\text{nm}$ -də maksimumu olan zolaq göstərmişdir. Bi^{3+} ilə aşqarlandıqda birləşmə 320 nm həyəcanlanma zamanı 586 nm-də sarı emissiya göstərir [23]. Bu isə o deməkdir ki, Sb^{3+} -in emissiyası $CaMoO_4$ -də kiçik qırmızı və böyük axın irəliləməsi olan Bi^{3+} emissiyası ilə analogidir.

- [1] I.A. Bufetov and E.M. Dianov. Laser Physics Letters, 2009, vol. 6, issue 7, p.487–504.
- [2] B. Lenoir, M. Cassart, J. P. Michenaud, H. Scherrer and S. Scherrer. J. Phys. Chem. Solids, 1996, 57, 89.
- [3] H.J. Murphy, K.T. Stevens, N.Y. Garces, M. Moldovan, N.C. Giles, L.E. Halliburton. Radiation Effects and Defects in Solids. 1999, vol.149, issue 1-4, p.273.
- [4] V.P. Dotsenko, N.P. Efryushina, İ.V. Berezovskaya. Luminescence properties of $GaBO_3: Bi^{3+}$, Materials Letters, 1996, vol. 28, issue 4-6, p.517.
- [5] R.K. Datta. J. Electrochem. Soc., 1967, vol.114, issue 10, p.1057
- [6] H.Ch. Jung, J.Y. Park, Seeta Rama Raju G., J.H. Jeong, B.K. Moon. New Physics: Sae Mulli (The Korean Physical Society), 2011, vol. 61, issue 4, p. 439.
- [7] M. Peng and L. Wondraczek. J. Am. Ceram. Soc., 2010, vol. 93, issue 5, p.1437.
- [8] Mariam. AMER, Using Semi-Empirical Models For Predicting The Luminescence – Structure Relationships in Near-UV Excited Phosphors Activated with Divalent Europium or Mercury-like Cation, Doctor/Thesis, Université Clermont-Auvergne, 2017. (English)
- [9] L. Chen, A.Q. Luo, Y. Zhang, X.H. Chen, H. Liu, Y. Jiang, S.F. Chen, K.J. Chen, H.C. Kuo, Y. Tao, G.B. Zhang. The site-selective excitation and the dynamical electron–lattice interaction on the luminescence of $YBO_3: Sb^{3+}$. Journal of Solid-State Chemistry, 2013, vol. 201, pp. 229–236.
- [10] 10.1016/j.jssc.2013.02.034; S.E. Paje, M.A. Garcia, M.A. Villegas, J. Llopis. Journal of Non-Crystalline Solids, 2000, vol. 278, pp. 128–136.
- [11] 10.1016/S0022 – 3093 (00) 00332 - X; E.W.J.L. Oomen, W.M.A. Smit, G. Blasse. Jahn-Teller effect in the emission and excitation spectra of the Sb^{3+} ion in LPO_4 ($L = Sc, Ln, Y$). Physical Review B, 1988, vol. 37, no. 1, pp. 18–26.
- [12] 10.1103/PhysRevB.37.18; H. Masai, S. Matsumoto, T. Fujiwara, Y. Tokuda, T. Yoko. Journal of American Ceramic Society, 2012, vol. 95, no. 3, pp. 862–865.

- [13] 10.1111/j.1551-2916.2011. 05055.x; *A.M. Клыкова, А.И. Сидорова, Т.А. Шахвердова. Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2014, № 3 (91).*
- [14] *E.W.J.L. Oomen, W.M.A. Smit and G. Blasse. Luminescence Of The Sb³⁺ Ion In Calcium Fluoroapatite and Other Phosphates. Materials Chemistry and Physics , 1988, vol. 19, pp. 357-368.*
- [15] *X. Wang, K. Kunc, I. Loa, U. Schwarz and K. Syassen. Physical Review B, vol. 74, Issue 13, id. 134305.*
- [16] *G. Blasse. Chemical Physics Letters, 1983, vol. 104, pp. 160-162.*
- [17] *D.L. Dexter, C.C. Klick, and G.A. Russell. 1955, Physical Reviews, vol. 100, pp. 603-605.*
- [18] *G. Blasse. Classical phosphors: A Pandora's box. Journal of Luminescence, 1997, vol. 72-74, pp. 129-134.*
- [19] *F. Kang, M. Peng, S. Xu, Z. Ma, G. Dong, and J. Qiu. Broadly. European Journal of Inorganic Chemistry, 2014, pp. 1373-1380.*
- [20] *E.W.J.L. Oomen, W.M.A. Smit and G. Blasse. 1984, Chemical Physics Letters, vol. 112, pp. 547-550.*
- [21] *E.W.J.L. Oomen, L.C.G. Van Gorkom, W.M.A. Smit and G. Blasse. Journal of Solid-State Chemistry, 1986, vol. 65, pp. 156-167.*
- [22] *H. Donker, N. Yamashita, W.M.A. Smit and G. Blasse. Phys. Stat. Solidi, 1989, vol. 156, pp.537-544*
- [23] *F. Kang, M. Peng, S. Xu, Z. Ma, G. Dong, and J. Qiu. Broadly. European Journal of Inorganic Chemistry, 2014, pp. 1373-1380.*

Kh.A. Gasanova

ABSORPTION AND LUMINESCENCE SPECTRA IN Bi_{0.97}Sb_{0.03}

The luminescence spectra of the synthesized Bi_{0.97}Sb_{0.03} solid solution were investigated on a LS-55 spectrometer with a Monk-Giddison monochromator at room temperature in the wavelength range of 300-700 nm. Spectrum analysis was carried out on Lorens-Gauss distribution.

Studies have shown that most bismuth crystalline environments are characteristic of the broad (50-80 nm) luminescence (blue ($\tau \approx 1-2 \mu\text{sec}$) and red ($\tau \approx 5-12 \mu\text{sec}$) luminescence zones (with luminescence duration). Wide luminescence and absorption strands are observed in the monocrystals, which is in turn correlated with the electron-phonon interaction of the optical center, which is not unique to rare earth ions (where the optical electrons are shielded from the outer region of the ligands).

X. A. Гасанова

СПЕКТРЫ ПОГЛОЩЕНИЯ И ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В Bi_{0.97}Sb_{0.03}

Спектры фотолюминесценции синтезированных твердых растворов Bi_{0.97}Sb_{0.03} исследовались на спектрометре LS-55 (Perkin-Elmer) с монохроматором Монка-Гиддисона при комнатной температуре в диапазоне длин волн 300-700нм. Проводился спектральный анализ по распределению Лоренса-Гаусса.

Исследования, проведенные к настоящему времени, показали, что большинству кристаллических сред, содержащих висмут, присущи широкие (50-80 нм) полосы (синей (со временем жизни люминесценции $\tau \approx 1-2 \text{ мкс}$) и красной ($\tau \approx 5-12 \text{ мкс}$)) люминесценции. Даже в случае монокристаллов с висмутом наблюдались широкие полосы поглощения и люминесценции, что связывалось с электрон-фонным взаимодействием оптического центра, не свойственного редкоземельным ионам, у которых оптические электроны экранируются от внешнего поля лигандов.

Qəbul olunma tarixi: 19.09.2019