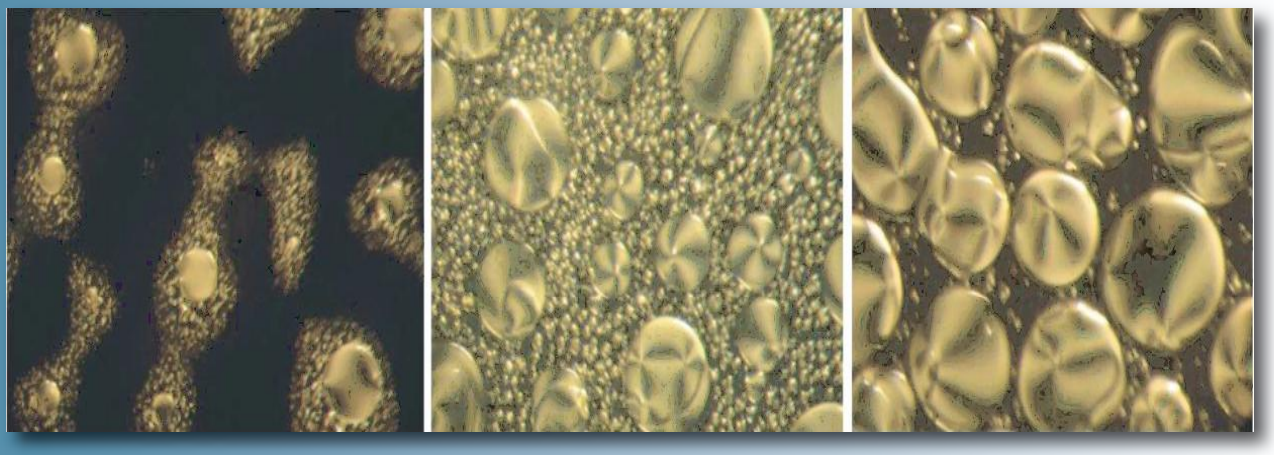
ISSN 1028-8546

Volume XX, Number 3
Section: Az
November, 2014

Azerbaijan Journal of Physics

Fizika



www.physics.gov.az

G.M. Abdullayev Institute of Physics
Azerbaijan National Academy of Sciences
Department of Physical, Mathematical and Technical Sciences

Published from 1995
Ministry of Press and Information
of Azerbaijan Republic,
Registration number 402, 16.04.1997

ISSN 1028-8546
vol. XX, Number 3, 2014
Series: Az

Azerbaijan Journal of Physics

FIZIKA

G.M.Abdullayev Institute of Physics
Azerbaijan National Academy of Sciences
Department of Physical, Mathematical and Technical Sciences

HONORARY EDITORS

Arif PASHAYEV

EDITORS-IN-CHIEF

Nazim MAMEDOV Chingiz QAJAR

SENIOR EDITOR

Talat MEHDIYEV

INTERNATIONAL REVIEW BOARD

Ivan Scherbakov, Russia
Kerim Allahverdiyev, Azerbaijan
Mehmet Öndr Yetiş, Turkey
Gennadii Jablonskii, Buelorussia
Rafael Imamov, Russia
Vladimir Man'ko, Russia
Eldar Salayev, Azerbaijan
Dieter Hochheimer, USA
Victor L'vov, Israel
Vyacheslav Tuzlukov, South Korea
Majid Ebrahim-Zadeh, Spain
Firudin Hashimzadeh, Azerbaijan
Anatoly Boreysho, Russia
Mikhail Khalin, Russia
Hasan Bidadi, Tebriz, East Azerbaijan, Iran
Natiq Atakishiyev, Mexico
Maksud Aliyev, Azerbaijan
Iskender Djafarov, Azerbaijan
Arif Hashimov, Azerbaijan
Vali Huseynov, Azerbaijan
Javad Abdinov, Azerbaijan
Bagadur Tagiyev, Azerbaijan
Tayar Djafarov, Azerbaijan
Talat Mehdiyev, Azerbaijan
Emil Guseynov, Azerbaijan
Ayaz Baramov, Azerbaijan
Tofiq Mammadov, Azerbaijan
Salima Mehdiyeva, Azerbaijan
Shakir Nagiyev, Azerbaijan
Rauf Guseynov, Azerbaijan
Almuk Abbasov, Azerbaijan
Yusif Asadov, Azerbaijan

TECHNICAL EDITORIAL BOARD

Senior secretary Elmira Akhundova, Nazli Guseynova, Sakina Aliyeva,
Nigar Akhundova, Elshana Aleskerova

PUBLISHING OFFICE

131 H.Javid ave, AZ-1143, Baku
ANAS, G.M.Abdullayev Institute of Physics

Tel.: (99412) 439-51-63, 439-32-23
Fax: (99412) 447-04-56
E-mail: jophphysics@gmail.com
Internet: www.physics.gov.az

It is authorized for printing:

Published at "**SƏRQ-QƏRB**"
17 Ashug Alessger str., Baku
Typographer : Aziz Gulaliyev

Sent for printing on: __.__. 201_
Printing approved on: __.__. 201_
Physical binding:_____
Number of copies:_____200
Order:_____

KİMYƏVİ ÇÖKDÜRMƏ PROSESİNDƏ ÇÖKÜNTÜ ŞƏKLİNDƏ AYRILAN PbS BİRLƏŞMƏSİNİN OPTİK XASSƏLƏRİ

O.R. ƏHMƏDOV, M.H. HUSEYNƏLİYEV
AMEA Naxçıvan Bölməsi, AZ-7700 Naxçıvan ş., H. Əliyev pr. 76.

N. M. ABDULLAYEV
Azərbaycan MEA- nın H.B. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,
AZ-1143, Bakı ş., pr. H. Cavid, 131

Kimyəvi çökdürmə yolu ilə PbS nazik təbəqəsinin alınması prosesində məhluldan çöküntü şəklində ayrılan PbS narın tozunun termik emaldan əvvəl və 300°C-də iki saat muddətində aparılan termik emaldan sonra udma spektri tədqiq edilmişdir. PbS-ə məxsus spektr infraqırmızı oblast üçün səciyyəvi olan bir çox funksional qrupların piklərinin fonundan ayırd edilmişdir. Termik emaldan sonra PbS narın tozunun qadağan olunmuş zonasının eni $E_g=0.37$eV olmuşdur.

UOT: 537. 533. 3; 541. 1.
Açar sözlər: kimyəvi çökdürmə, nazik təbəqə, funksional qruplar, udma spektri.

Qurğuşun sulfid (PbS) birləşməsi və nazik təbəqəsi infraqırmızı detektor materialı kimi [1, 2], nanotexnologiyada tətbiq imkanlarına görə [3], fototermik çeviricilərdə selektiv örtük materialı kimi [4] və günəş elementlərində [5] istifadəsinə görə son vaxtlar intensiv şəkildə öyrənilməyə başlanmışdır. Bütün digər yarımkeçiricilərdən fərqli olaraq PbS-in qadağan olunmuş zonasının temperatur əmsalı müsbətdir [6]. Bundan başqa, PbS-in nazik təbəqəsi alınarkən, onun CdS-lə birlikdə çökdürülməsi şəraitində tərkibdə PbS-in faizindən asılı olaraq tamamilə yeni xassələrə malik yarımkeçirici material almaq mümkündür [7, 8].

PbS nazik təbəqəsinin kimyəvi çökdürmə yolu ilə alınması üçün istifadə olunan məhlul aşağıdakı qaydada hazırlanmış məhlulların hər birindən eyni qədər (həcm ölçüsü ilə) götürülməklə hazırlanır: qurğuşun asetat $Pb(CH_3COO)_2$-0,07 M; natrium hidroksid (NaOH)-0,3 M; trietanolamin $N(CH_2CH_2OH)_3$-0,06 M; tiomoçevina $(NH_2)_2CS$-0,17 M.

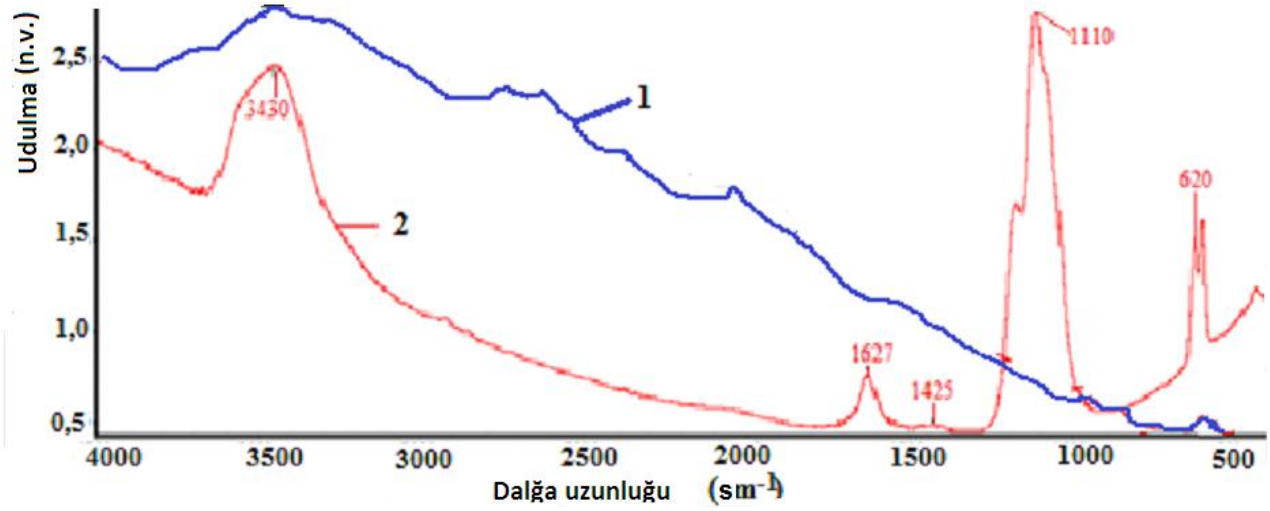
Kimyəvi çökdürmə prosesi 60 ml-lik laboratoriya stəkanının içərisində 40°C-aparılmışdır. Məhlulun içərisinə əvvəlcədən şaquli vəziyyətdə şüşə altlıq yerləşdirilir və bütün proses müddətində məhlul maqnit qarışdırıcı ilə daima qarışdırılır. 20 dəqiqədən sonra şüşə altlıq məhluldan çıxarılır və distillə suyunda yuyularaq qurudulur.

Bu prosesdən sonra şüşə üzərində yaxşı adgeziyaya malik, bircins, tünd qəhvəyi rəngli PbS nazik təbəqəsi alinmişdir. Məhluldan çöküntü şəklində ayrılan PbS narın tozu dəfələrlə distillə suyunda yuyulduqdan sonra qurudulmuşdur. Optik ölçmələrdə bu tozdan istifadə edilmişdir.

Şüşə altlıq üzərində alınmış PbS nazik təbəqəsinin optik xassələrini öyrənmək üçün "Nikolet İS-10" spektrofotometrindən istifadə edilmişdir. Lakin şüşə altlığın fonundan PbS nazik təbəqəsininin spektrini ayırd etmək mümkün olmadığından kimyəvi çökdürmə prosesində məhluldan çöküntü şəklində ayrılan PbS narın tozunun optik xassələri öyrənilmişdir.

PbS narın tozunun dayanıqlı strukturunun alınması üçün 300°C-də 2 saat müddətində termik emal prosesi aparılmışdır.

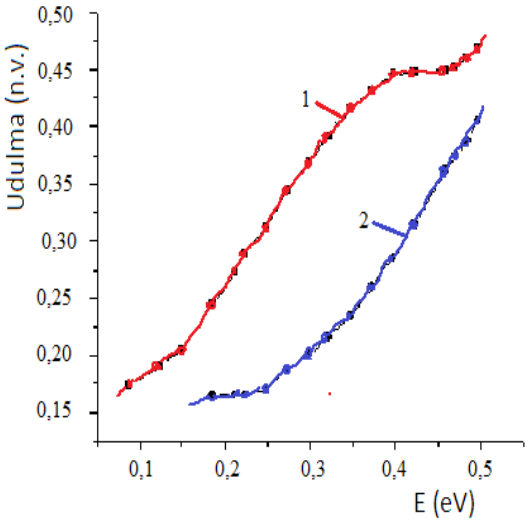
Şəkil 1-də PbS narın tozunun termik emaldan əvvəl və sonra udma spektrləri göstərilmişdir.



Şəkil 1. PbS narın tozunun termik emaldan əvvəl (1) və sonra (2) udma spektrləri

Məlum olduğu kimi infraqırmızı spektr oblastında bir sıra funksional qruplar udma spektrində müəyyən piklərin ortaya çıxmasına səbəb olur. Şəkil 1-də böyük enerjilər oblastında aşkar şəkildə müşahidə olunan 3430sm^{-1}-ə uyğun pik PbS tozunun səthi tərəfindən udulan suyun O-H grupuna uyğundur və suyun səth tərəfindən udulması faktı həm də bu qrupun 1627 sm^{-1}-ə uyğun pikin olması ilə təsdiq olunmuşdur. Hər iki pikin hündürlüyü termik emaldan sonra daha yüksək olur. 1425 sm^{-1}-də müşahidə edilən zəif pik prosesdə istifadə edilən metanolun CH_3 rəqsləri hesabına ortaya çıxır. Bu fikir həm də 3000 sm^{-1}-dən bir qədər kiçik qiymətlərdə metanolun CH_3 rəqslərinə aid pikin olması ilə təsdiq olunmuşdur. Metanol qrupunun C-O rəqsləri intensiv 1110 sm^{-1} pikini verir. C-H rəqsləri isə 620sm^{-1} pikinin ortaya çıxmasına səbəb olur.

Bu piklərin fonundan yalnız PbS birləşməsinə aid olan udulma ayird edildikdən sonra, PbS narın tozunun termik emaldan əvvəl və termik emaldan sonra $\alpha(\hbar\nu)$ asılılıqları qurulmuşdur (şəkil 2).



Şəkil 2. PbS narın tozunun termik emaldan əvvəl (1) və sonra (2) $\alpha(\hbar\nu)$ asılılıqları

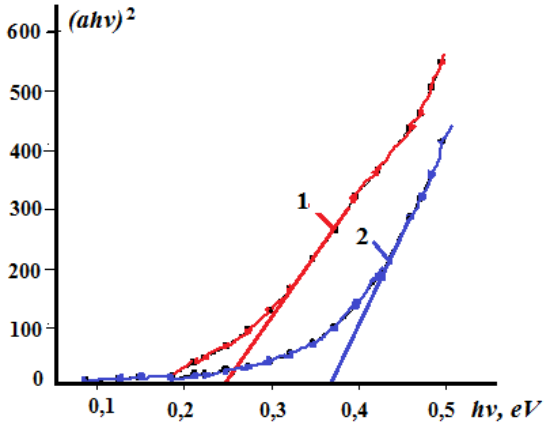
Bildiyimiz kimi, yarımkeçiricinin qadağan olunmuş zonasının enini hesablamaq üçün Tauç düsturundan istifadə edilir [9]:

$$(\alpha\hbar\nu)^{\frac{1}{n}} = A(\hbar\nu - E_g)$$

Burada A - sabit ədəddir, E_g- yarımkeçiricinin qadağan olunmuş zonasının eni, $\hbar\nu$ -fotonun enerjisidir. n-isə keçidin tipindən asılı olaraq dörd müxtəlif qiymət ala bilər. Belə ki, icazə verilmiş düz keçid üçün $n = 1/2$, icazə verilmiş çəp keçid üçün $n=2$, qadağan olunmuş düz keçid üçün $n = 3/2$, qadağan olunmuş çəp keçid üçün $n=3$ [10].

PbS düzzonalı yarımkeçirici olduğundan [11] bu birləşmə üçün $n = 1/2$ münasibəti doğrudur.

Bu birləşmənin qadağan olunmuş zonasının enini tapmaq üçün $(\alpha\hbar\nu)^2$ -nın $\hbar\nu$ -dən asılılıq əyriləri qurulmuşdur (şəkil 3).



Şəkil 3. PbS yarımkeçirici birləşməsi üçün $(\alpha\hbar\nu)^2 = f(\hbar\nu)$ asılılığı: 1-termik emaldan əvvəl; 2- termik emaldan sonra

Bu əyrilərdən düz xətt oblastının absis ($\hbar\nu$) oxu ilə kəsişməsinə əsasən PbS narın tozunun termik emaldan əvvəl (1) və termik emaldan sonra (2) qadağan olunmuş zonalarının eni müəyyən edilmişdir. Bu qiymətlər uyğun olaraq $E_g=0.25$ eV və $E_g=0.37$eV olmuşdur. Termik emaldan sonra PbS üçün aldığımız bu qiymət ədəbiyyat göstəriciləri ilə üst-üstə düşür [11].

Termik emaldan sonra PbS-in qadağan olunmuş zonasının eninin belə dəyişməsi onu göstərmişdir ki, termik emal prosesi birləşmənin strukturunun formalaşmasında çox mühüm rol oynayır.

[1] *M.S. Ghamsari, M.K. Araghi and S.J.Farahani. Mater. Sci. Eng. B*, 133, 2006, 113.
[2] *H. Zhang, D. Yang and J. Niu*. J. Cryst.Growth, 246, 2002, 108.
[3] *A.M. Malyarevich et al.*. J. Non-Cryst. Solids, 353, 2007, 1195.cvb
[4] *T.K. Chaudhuri*. Int. J. Ener. Res., 16, 1992, 481.
[5] S. Gunes et al., Solar Energy Mater. Solar Cells, 91, 2007, 420.
[6] *R.K. Das, S. Sahoo and G.S. Tripathi*. Semicond. Sci. Technol., 19, 2004, 433.
[7] *M. Gugliemi et al.*. J. Sol-Gel Sci. Technol., 11, 1997, 229.
[8] *H. Li et al.*. Proc. SPIE, 3899, 1999, 376.
[9] *J.Tauc* (Ed.), Amorphous and Liquid Semiconductors, Plenum Press, New York, 159, 1974.
[10] *J.I.Pankove*. Optical Process in Semiconductors, New Jersey, USA 34, 1971.
[11] *J.J. Valenzuela-Jauregui, R. Ramrez-Bon, A. Mendoza-Galvan, and M. Sotelo-Lerma*. Thin Solid Films, 441, 2003.

O. R. Ahmadov, M. H. Huseynaliev, N. M. Abdullaev

OPTICAL PROPERTIES OF THE COMPOUND PbS OBTAINED AS A PRECIPITATE IN CHEMICAL DEPOSITION PROCESSES

The absorption spectrum of PbS powder obtained as a precipitate from solution in the preparation of PbS thin films by chemical vapor deposition before and after the heat treatment carried out during two hours at 300°C. The absorption spectrum relating to PbS was isolated from background peaks plurality of functional groups which are characteristic for the infrared region. The band gap width of the powder after heat treatment $E_g=0.37$eV.

О. Р. Ахмедов, М. Г. Гусейналиев, Н.М. Абдуллаев

ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЕДИНЕНИЯ PbS ПОЛУЧЕННОГО В ВИДЕ ОСАДКА В ПРОЦЕССЕ ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ

Исследован спектр поглощения порошка PbS полученного в виде осадка из раствора при получении тонкой пленки PbS методом химического осаждения до и после термической обработки проводимой при 300°C в течение двух часов. Спектр поглощения относящийся к PbS был выделен из фона пиков множества функциональных групп, которые характерны для инфракрасной области. Ширина запрещенной зоны порошка после термической обработки составляла $E_g=0.37$eV .

Qəbul olunma tarixi: 05.06.2014

OPTİK İNFORMASİYANIN SAXLANILMASI VƏ İRİDİUM SİLİSİD NAZİK TƏBƏQƏSİNDƏ KVANT ÖLÇÜ EFFEKTLƏRİ

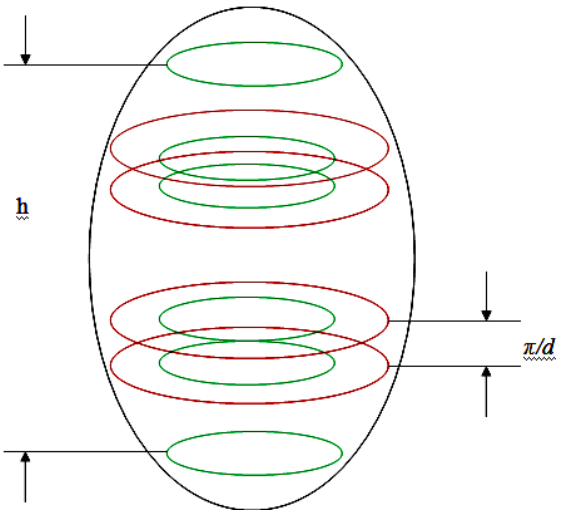
E.Ə. KƏRİMOV
Milli Aerokosmik Agentliyi Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu
AZ 1106, S.S. Axundov küç. 1, korpus 2

S.N. MUSAYEVA
Azərbaycan Texniki Universiteti
Az 1100, H.Cavid pr.25

İşdə optik informasiyanın uzun müddət saxlanması üçün yeni material kimi iridium silisidin (IrSi) tətbiqi təklif olunmuşdur.

PACS: 73.40.NS; 73.40.Sx; 78,20 e.
Açar sözlər: energetik səviyyələr, iridium silisidi, kvant effektləri, keçiricilik zonası, Sandomirski nəzəriyyəsi, valent zona.

Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, IrSi təbəqəsinin qalınlığı və ya diametri elektronun de Droyl dalğa uzunluğu ilə müqayisə edilən olarsa, yeni sinif ölçü effektləri – kvant ölçü effektləri müşahidə olunur. Bu ölçü effektləri bir qayda olaraq hamar səthə malik və yük daşıyıcıları nisbətən böyük de Broyl dalğa uzunluğu olan yarımmetal və ya yarımkeçirici təbəqə və məftillərdə aşkar edilir. Kvant ölçü effektləri elektronun kvaziimpulsunun kvantlanması nəticəsində yaranır. Nazik təbəqədə kvaziimpulsun səthə perpendikulyar olan komponenti kvantlanır və elektron hallar şəkil 1-də göstərildiyi kimi sferik Fermi səthi kimi diskret təbəqələr sistemi yaradır.



Şəkil. 1. Nazik təbəqədə (IrSi) elektron hallarının laylara ayrılması.

İridium (Ir) silisiumla reaksiyaya girərək iridium silisidi (IrSi) yaranır və bu zaman yaxşı optik kontrastı təmin edən əksolunma əmsalının güclü dəyişməsi baş verir. Cədvəldə metallar və müxtəlif silisidlər üçün optik əksolunma əmsalı (R) və onların fərqinin (ΔR) müqayisəsi göstərilmişdir [1].

Cədvəl.
Metalların və silisidlərin optik əksolunma əmsalları.

Metal	Qalınlıq, nm	R %	Silisid	R_1, %	ΔR, %
Pd	200	81	Pd_2Si	28	53
Pt	130	83	PtSi	44	39
Ta	200	58,5	$TaSi_2$	32,5	26
Rh	200	67	RhSi	37	30
V	300	48,5	VSi_2	30	18,5
Co	SO	68	CoSi	47	21

Energetik səviyyələrin laylara belə ayrılması təbəqənin kinetik və termodinamik xarakteristikalarının onun qalınlığından periodu de Broyl dalğasının yarısına bərabər olan ossilyator asılılığına gətirir. Enerjinin kvantlanmasının nəticəsi nəzəri olaraq termodinamik xassələrə, elektrokeçiriciliyə, qalvanomaqnit hadisələrə, paramaqnit nüfuzluğu, optik xassələr, tunel hadisələri və ifrat keçiriciliyə tətbiq edilərək tədqiq edilmişdir [2]. Bütün bu hesablamalarda təbəqə konfiqurasiyası seçilmiş, nazik məftillərdə kvant ölçü effektləri nəzəri olaraq (həm də eksperimental), çox güman ki, tətqiq edilməmişdir.

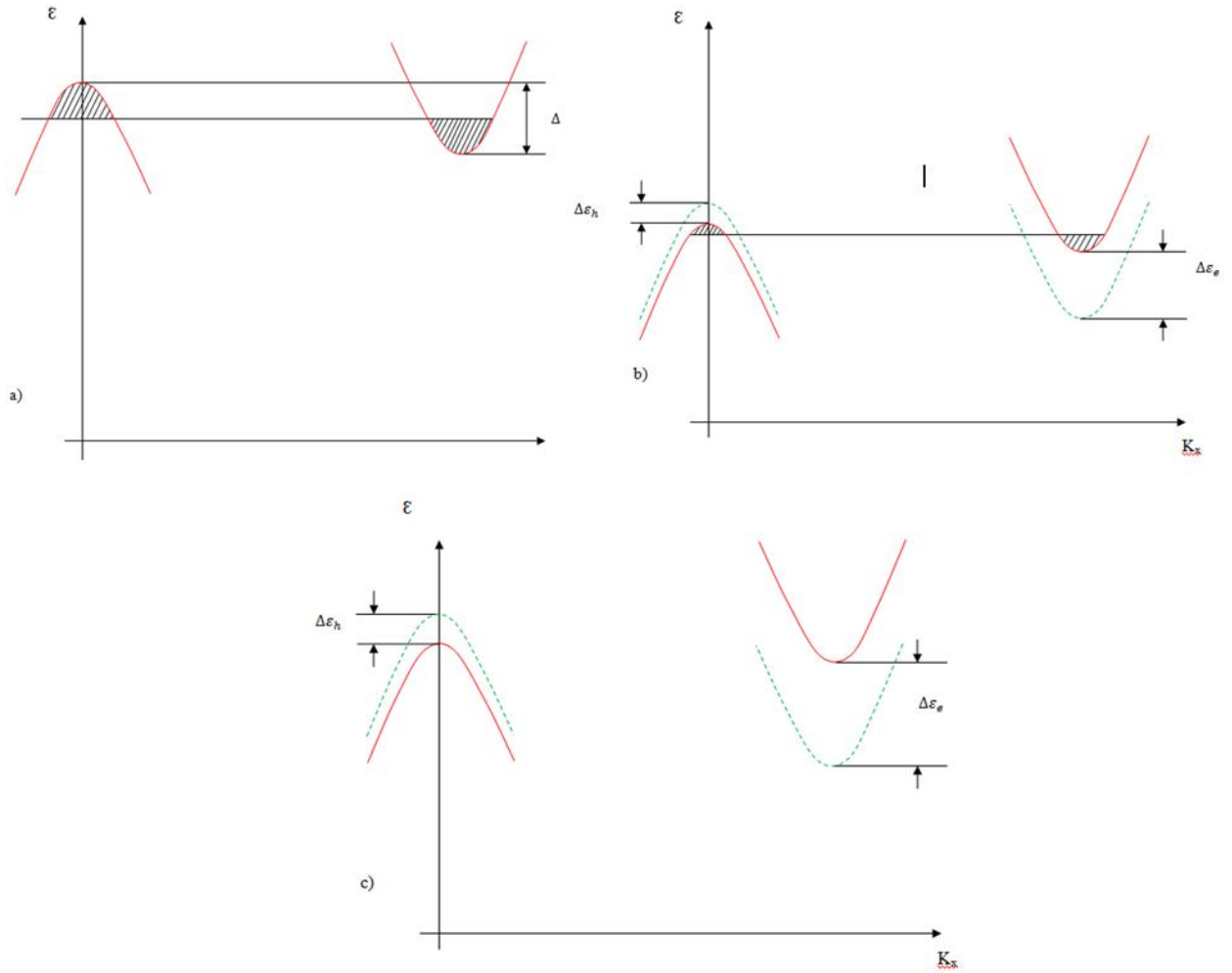
Yarımmetal və ya yarımkeçirici təbəqənin elektrik müqaviməti kvant ölçü effekti şəraitində Sandomirski tərəfindən ölçülmüşdür [3]. Sandomirski nəzəriyyəsində elektron və deşiklərə səthi dibə və sonsuz böyük divarlara malik potensial çuxurda hərəkət edən sərbəst hissəciklər kimi baxılır. Daşıyıcıların kütləsi uyğun həcmi effektiv m_e və m_h – kütlələrə bərabər hesab olunur. Kvant ölçü effekti şəraitində keçiricilik və valent zonaları diskret təbəqələrə parçalanır. Keçiricilik zonasının ən kiçik enerjisi yuxarıya doğru massiv nümünənin keçiricilik zonasının dibinə nəzərən $\Delta\varepsilon_e = \hbar^2\pi^2/2m_e d^2$, valent zonanın ən böyük enerjisi isə massiv nümünənin valent zonasının tavanına nəzərən $\Delta\varepsilon_h = \hbar^2\pi^2/2m_h d^2$ qədər sürüşür. Əgər təbəqənin qalınlığı kifayət qədər kiçikdirsə, $\Delta\varepsilon_e+\Delta\varepsilon_h$ cəmi massiv yarımmetalın zonalarının örtülməsi kəmiyyətinə bərabər ola bilər və yarımmetal yarımkeçiriciyə çevrilər. Bu effekt şəkil 2-də təsvir edilmişdir. Zonaların örtülməsinin yox olması zamanı kritik qalınlıq:

$$\overline{d} = \frac{\pi\hbar}{\left(2M\Delta\right)^{\frac{1}{2}}}. \qquad (1)$$

Burada, $M^{-1}=m_e^{-1}+m_h^{-1}$, Δ – isə massiv yarımmetalın zonalarının örtülməsidir. Əgər $m_h >> m_e$ olarsa 1 formulu aşağıdakı şəklə düşər:

$$\overline{d} = \frac{\pi\hbar}{\left(2m_e\varepsilon_F\right)^{\frac{1}{2}}}. \qquad (2)$$

Burada, ε_F – elektronun Fermi enerjisidir. (2) formulundakı $\overline{d}$ - kəmiyyəti göründüyü kimi, elektronun de Broyl dalğasının uzunluğunun yarısıdır. Zonaların örtülməsinin yox olması təbəqənin elektrik və optik xassələrinin münasibətlərində mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Kvant ölçü effektinin müşahidə olunması üçün $\tau >> \hbar/\Delta\varepsilon_{e,h}$ şərti yerinə yetirilməlidir. Burada: $\tau_{e,h}$ – yükdaşıyıcıların həm həcmdə və həm də səthdə səpilməni nəzərə alan relaksasiya zamanıdır.



Şəkil 2. Kvant ölçü effekti şəraitində enerji zonaları: ştrixlənmiş oblastlar elektron və deşiklərlə dolmuşdur. K_x – kvaziimpuls komponenti təbəqənin müstəvisində yerləşir. a) massiv yarımmetal: zonalar Δ – qədər örtülür; b) nazik təbəqə $d > \overline{d'}$ olduqda; c) nazik təbəqə $d < \overline{d'}$ olduqda, zonaların örtülməsi yox olur.

Beləliklə, müəyyən olunmuşdur ki, energetik səviyyələrin laylara ayrılması təbəqənin termodinamik və kinetik xarakteristikalarının onun qalınlığından de Broyl dalğa uzunluğunun yarısına bərabər periodlu ossillyator asılılığa gətirir.

[1] *И.Е. Тамм.* Основы теории электричества. М., Физматлит, 2003, 615 с.

[2] *Е.М. Коган, В.В. Устинов.* Электропроводность тонких металлических пленок при малоугловом электрон-фононном рассеянии, "Физ. металлов и металловедение", 1982, т. 54, с. 258.

[3] *В.Б. Сандомирский.* Радиотехника и электроника 7, 1971.

E.A. Kerimov, S.N. Musaeva

OPTICAL INFORMATION STORAGE AND QUANTUM SIZED EFFECTS İN THE İRİDİUM SİLİCİDE FİLM

In article new application of the iridium silicide (IrSi) as material for durable storage of optical information is suggested. It is showed, that foliation of energetic levels is reason for oscillator dependence of thermodynamic and kinetic film characteristics from its thickness with period equal to de Broglie half-wavelength.

Э.А. Керимов, С.Н. Мусаева

ХРАНЕНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И КВАНТОВЫЕ РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ПЛЕНКЕ СИЛИЦИДА ИРИДИЯ

При исследованиях выявлено, что расслоение энергетических уровней приводит к осцилляторной зависимости термодинамических и кинетических характеристик плёнки от ее толщины с периодом, равным половине Дебройлевской длины волны.

Qəbul olunma tarixi: 05.06.2014

SU-KBr SİSTEMİNİN STRUKTUR XÜSUSİYYƏTLƏRİ

E.Ə. MƏSİMOV, B.G. PAŞAYEV, H.Ş. HƏSƏNOV, Ç.İ. İBRAHİMOV
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
E-mail: p.g.bakhtiyar@gmail.com

İşdə KBr-in sulu məhlulunun viskozimetr, piknometr və İQ spektrometr metodları ilə 283,15-333,15 K temperatur və 0.01-0.07 molyar hissə konsentrasiya intervalında struktur xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Təcrübi nəticələrdən istifadə edərək tədqiq olunan sistemin baxılan temperatur və konsentrasiyalarda özlü axınının aktivləşmə parametrləri, məhlulda KBr-in parsial molyar həcmi, su molekulları arasındakı hidrogen rabitəsinin enerjisi və uzunluğu hesablanmışdır və bu parametrlərin konsentrasiyadan asılılıqları təhlil olunmuşdur. Alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, su-KBr sistemində KBr-in konsentrasiyasının artması ilə suyun strukturu dağılır.

PACS: 77.22.Ej, 64.75.Bc, 31.70.Dk, 61.20 Og.
Açar sözlər: KBr, özlü axının aktivləşmə parametrləri, parsial molyar həcm, hidrogen rabitəsinin enerjisi.

Məlumdur ki, sulu məhlulun fiziki xassələri onun komponentlərinin növündən və konsentrasiyasından asılıdır. Bu xassələr su molekulları, həllolan maddə molekulları və su-həllolan maddə molekulları arasında baş verən qarşılıqlı təsirlərlə əlaqədardır. Belə molekulyar qarşılıqlı təsirlər hidrogen, ion-dipol və digər növ rabitələrin yaranması hesabına məhlulun özlü axını, həcmi, spektroskopik və s. xassələrinə təsir edir. Müasir təsəvvürlərə görə su polyar mayedir və maye suyun kvazistrukturuna malik olmasına əsas səbəb molekullararası hidrogen rabitələrinin olmasıdır. Hidrogen rabitələri kooperativ xarakterə malikdir və bunun nəticəsində suda müxtəlif ölçülü klasterlər yaranır. Klasterləri təşkil edən molekulların sayı və ya klasterlərin ölçüləri böyük olduqca su daha strukturlaşmış halda olur. Suda həllolan maddələr kimyəvi tərkibindən və quruluşundan asılı olaraq suyun strukturuna müxtəlif cür təsir edirlər: bir çox maddələr suda su molekulları arasında mövcud olan hidrogen rabitələrini zəiflətdikləri halda, digərləri bu rabitələri daha da gücləndirirlər. Bioloji sistemlərdə su mühüm rol oynadığından sulu məhlullarda struktur xüsusiyyətlərinin tədqiqi müasir fiziki-kimyada, biofizikada böyük əhəmiyyət kəsb edir.

İşdə su-KBr sisteminin 283,15-333,15 K temperatur və KBr-in 0.01-0.07 molyar hissə konsentrasiyası intervalında dinamik özlülüyü və sıxlığı ölçülmüş, həmçinin məhlulların İQ oblastda udma spektrləri çəkilmişdir. Baxılan sistemin özlü axın və həcmi xassələrinin, həmçinin İQ oblastda udma spektrlərinin təhlili əsasında struktur xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Bu məqsədlə məhlulun özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin ($\Delta G_\eta^{\neq}$), özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının ($\Delta H_\eta^{\neq}$), özlü axınının aktivləşmə entropiyasının ($\Delta S_\eta^{\neq}$), məhlulda KBr-in parsial molyar həcminin ($\tilde{V}$), su molekulları arasındakı hidrogen rabitəsinin enerjisinin (E_H) və uzunluğunun (R_H) konsentrasiyadan asılılıqları təhlil olunmuşdur.

TƏCRÜBİ HİSSƏ

Tədqiqat obyekti və metodları. Tədqiqat obyekti olaraq müxtəlif konsentrasiyalı KBr-in sulu məhlulu götürülmüşdür. İstifadə olunmuş KBr kimyəvi safdır. Məhlulların hazırlanmasında bidistillə edilmiş sudan istifadə olunmuşdur.

İşdə özlülük kapilyar viskozimetrlə, sıxlıq isə piknometrlə ölçülmüşdür. Məhlulların İQ oblastda udma spektrləri "Perkin Elmer 2000" firmasının istehsalı olan "Spectrum One" cihazında 6000-7800 sm^{-1} tezlik intervalında çəkilmişdir.

Özlü axının aktivləşmə parametrləri ($\Delta G_\eta^{\neq}$, $\Delta H_\eta^{\neq}$, $\Delta S_\eta^{\neq}$) aşağıdakı ifadələrlə hesablanmışdır [1, 2].

$$\Delta G_\eta^{\neq} = RT \ln \frac{\eta}{\eta_0} \tag{1}$$

$$\Delta H_\eta^{\neq} = R \frac{d \ln \frac{\eta}{\eta_0}}{d\left(\frac{1}{T}\right)} \tag{2}$$

$$\Delta S_\eta^{\neq} = \frac{\Delta H_\eta^{\neq} - \Delta G_\eta^{\neq}}{T} \tag{3}$$

(1) və (2) ifadələrinə daxil olan η_0 parametri Eyrinq nəzəriyyəsinə görə [3]

$$\eta_0 = \frac{N_A h \rho}{M} \tag{4}$$

düsturu ilə təyin edilmişdir. (1)-(4) ifadələrində η və ρ kəmiyyətləri uyğun olaraq T mütləq temperaturunda məhlulun dinamik özlülüyü və sıxlığı, R-universal qaz sabiti, N_A -Avoqadro ədədi, h -Plank sabiti, M-məhlulun molyar kütləsidir.

Məhlulda KBr-in parsial molyar həcmi ($\tilde{V}$) [1, 3]

$$\tilde{V} = V_m + (1-x)\left(\frac{\partial V_m}{\partial x}\right)_{p,T} \tag{5}$$

düsturu ilə təyin olunur. Burada V_m-məhlulun molyar həcmi olub,

$$V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{\sum x_i M_i}{\rho} \qquad (6)$$

düsturu ilə hesablanır.

Maddənin İQ oblastda udma spektrində OH valent rabitəsinin rəqs tezliyinin sürüşməsi ilə hidrogen rabitəsinin enerjisi (E_H) və uzunluğu (R_H) arasındakı əlaqə İoqansen [4] tərəfindən aşağıdakı kimi təklif olunmuşdur:

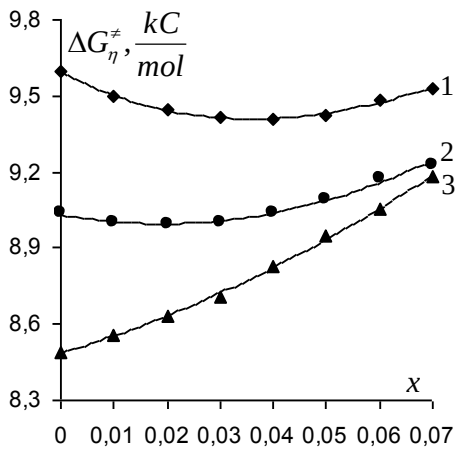
$$-E_H = \frac{18\ \Delta\nu}{720 + \Delta\nu} \qquad (7)$$

$$R_H = 2{,}44 \cdot \left(-E_H\right)^{-0.2} \qquad (8)$$

Burada $\Delta\nu = \nu_0 - \nu$ olub, ν -bağlı OH valent rabitəsinin rəqs tezliyi, ν_0 –isə sərbəst OH valent rabitəsinin rəqs tezliyidir. Ədəbiyyat mənbələrinə [5] istinad edərək göstərmək olar ki, su üçün ν_0=7062sm^{-1}. Qeyd edək ki, (7) və (8) ifadələri ilə təyin olunan hidrogen rabitəsinin enerjisi və uzunluğunun vahidi müvafiq olaraq *kkal/mol* və *Å*-ə uyğundur.

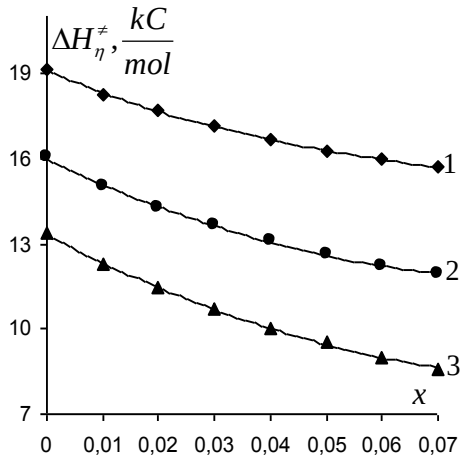
ALINMIŞ NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ

Su-KBr sisteminin özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin ($\Delta G_\eta^{\neq}$, $\Delta H_\eta^{\neq}$, $\Delta S_\eta^{\neq}$) müxtəlif temperaturlarda konsentrasiyadan (x) asılılıqları 1-3 saylı şəkillərdə göstərilmişdir.

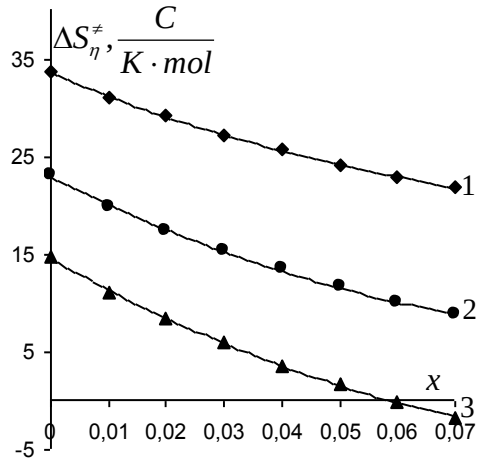


Şəkil 1. KBr-in sulu məhlulunun müxtəlif temperaturlarda özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının konsentrasiyadan asılılığı. 1- 283,15 K, 2 -303,15 K, 3 - 333,15 K.

Şəkil 1-dən göründüyü kimi, baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında $\Delta G_\eta^{\neq}$ götürülmüş konsentrasiyada temperaturun artması ilə azalır, konsentrasiyasının artmasi ilə isə kiçik temperaturlarda (283.15-313.15 *K*) əvvəlcə azalır, sonra artır, nisbətən böyük temperaturlarda (318.15-333.15 *K*) isə yalnız artır. $\Delta G_\eta^{\neq}(x)$ asılılığında müşahidə olunan minimum temperaturun artması ilə nisbətən kiçik konsentrasiyalara tərəf sürüşür. Belə ki, $\Delta G_\eta^{\neq}(x)$ asılılığında müşahidə olunan minimum 283.15 *K* temperaturda konsentrasiyanın $x \approx 0{,}04$, 313.15 *K* temperaturda isə konsentrasiyanın $x \approx 0{,}01$ qiymətinə uyğun gəlir.



Şəkil 2. KBr-in sulu məhlulunun müxtəlif temperaturlarda özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin konsentrasiyadan asılılığı: 1- 283,15 K, 2 -303,15 K, 3 - 333,15 K.

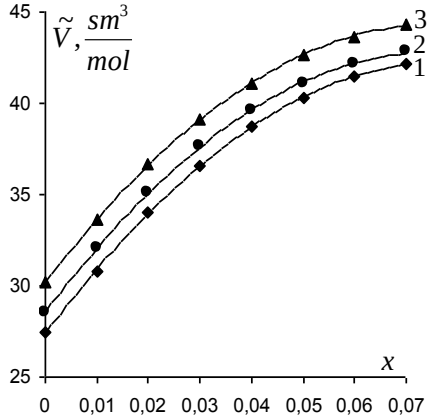


Şəkil 3. KBr-in sulu məhlulunun müxtəlif temperaturlarda özlü axınının aktivləşmə entropiyasının konsentra siyadan asılılığı. 1- 283,15 K, 2 - 303,15 K, 3-333,15 K

Şəkil 2 və 3-dən göründüyü kimi, baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında $\Delta H_\eta^{\neq}$ və $\Delta S_\eta^{\neq}$ həm temperaturun, həm də konsentrasiyanın artması ilə azalır. Qeyd edək ki, $\Delta H_\eta^{\neq}$ məhlulda yaranan dəyişmələri enerji baxımından, $\Delta S_\eta^{\neq}$ isə struktur baxımından xarakterizə edir [1, 6, 7]. Belə ki, konsentrasiyanın artması ilə $\Delta H_\eta^{\neq}$-in artması sistemin daha möhkəm struktura malik olmasını, $\Delta S_\eta^{\neq}$-in artması isə sistemin daha strukturlaşmış hala keçməsini göstərir. Məlumdur ki, temperaturun artması məhlulda mövcud olan bütün qarşılıqlı təsirləri zəiflədir, bu da öz növbəsində molekullar arasındakı qarşılıqlı təsir

enerjisinin azalmasına və strukturun dağılmasına səbəb olur. Buna görə də $\Delta H_{\eta}^{\neq}$ və $\Delta S_{\eta}^{\neq}$ parametrləri temperaturun artması ilə azalırlar. Məhlulda KBr-in konsentrasiyasının artması ilə $\Delta H_{\eta}^{\neq}$ parametrinin azalması konsentrasiyasının artması ilə baxılan sistemin molekulları arsındakı qarşılıqlı təsir enerjisinin azalmasını göstərir. Çox güman ki, buna səbəb K^+ və Br^- ionlarının nisbətən kiçik hidratlaşma enerjisinə malik olmasıdır. Qeyd edək ki, 25°C temperaturda K^+ və Br^- ionlarının hidratlaşma enerjiləri uyğun olaraq -338,58kC/mol, -317,68kC/mol -dur [8]. Məhlulun konsentrasiyasının artması ilə $\Delta S_{\eta}^{\neq}$ parametrinin azalması isə onu göstərir ki, konsentrasiyanın artması ilə baxılan sistemin strukturu dağılır.

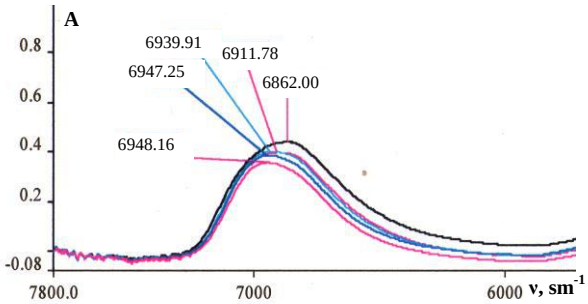
Su-KBr sistemində su molekulları ilə K^+ və Br^- ionları arasında qarşılıqlı təsir prosesi baş verir ki, bu da suya nisbətən məhlulun həcmi xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur. Məhlulun həcmi xassələri onun komponentlərinin parsial molyar həcmləri ilə xarakterizə olunur. Su-KBr sistemində müxtəlif temperaturlarda məhlulda KBr-in parsial molyar həcminin ($\tilde{V}$) konsentrasiyadan (x) asılılığı şəkil 4-də göstərilmişdir.



Şəkil 4. KBr-in sulu məhlulunda müxtəlif temperaturlarda KBr-in parsial molyar həcminin konsentrasiyadan asılılığı: 1- 283,15 K, 2- 303,15 K, 3- 333,15 K

Şəkil 4-dən göründüyü kimi, baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında $\tilde{V}$ həm temperaturun, həm də konsentrasiyasının artması ilə artır. Məlumdur ki, i-ci komponentin parsial molyar həcmi verilmiş tərkibli sistemə həmin komponentdən 1 mol əlavə etdikdə həcmin dəyişməsinə bərabərdir [9, 10]. Suyun strukturunun Nemeti və Şeraqi modelinə [11] görə su hidrogen rabitəsilə birləşmiş müxtəlif ölçülü klasterlərdən və klasterlər arası sərbəst su molekullarından ibarətdir. Klasterlər kvazistruktura malikdirlər və onların ölçülərinin artması ilə su daha strukturlaşmış hala keçir. Temperaturun artması ilə klasterlərin ölçüsü kiçilir, çünki klasteri təşkil edən molekulların sayı azalır və bunun nəticəsində kiçik ölçülü klasterlərin, o cümlədən, sərbəst molekulların sayı artır. Suda hidrogen rabitələri kooperativ xarakterə malik olduğundan klasterlərin ölçüsünün böyüməsilə hidrogen rabitəsinin enerjisi artır, əksinə klasterlərin ölçüsünün azalması ilə hidrogen rabitəsinin enerjisi azalır [12]. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, böyük ölçülü klasterlərin fəzadakı həcm payı, bölündükdə onun ayrı-ayrı hissələrinin fəzadakı həcm payları cəmindən kiçik olur. K^+ və Br^- ionları mənfi hidratlaşmaya malik olduğundan onların suyun strukturuna təsirini temperaturun təsiri kimi təsəvvür etmək olar. Beləliklə, konsentrasiyasının artmasi ilə məhlulda KBr-in parsial molyar həcminin artması suyun strukturunun dağılmasını göstərir.

Məlumdur ki, sulu məhlullarda struktur xüsusiyyətlərini öyrənən metodlardan biri də İQ-spektroskopiya metodudur. Belə ki, məhlulların İQ oblastda udma spektrlərinin tədqiqi hidrogen rabitələrini kəmiyyətcə xarakterizə etmək üçün olduqca böyük əhəmiyyətə malikdir [13, 14, 15]. Qeyd edək ki, sulu məhlullarda OH qruplarının valent rəqslərinin tezliyinin əsas tezliklər oblastında tədqiqi, maye suda İQ-şüaların güclü udulması üzündən çətinləşir. Buna görə də sulu məhlulların İQ-spektrləri əsasən oberton oblastında (7300-5000 sm^{-1}) təyin edilir [13, 14]. Müxtəlif konsentrasiyalarda KBr-in suda məhlulunun İQ oblastda udma spektrləri şəkil 5-də göstərilmişdir.



Şəkil 5. Müxtəlif konsentrasiyalarda KBr-in suda məhlulunun İQ oblastda udma spektri. 6862.00-su, 6911.78-10%, 6939.91-20%, 6947.25-30%, 6948.16-35%

Şəkil 5-dən göründüyü kimi konsentrasiyadan asılı olaraq KBr-in sulu məhlulunun İQ oblastda udma spektrinin forması, intensivliyi və tezliyi dəyişir. Sözsüz ki, bu tədqiq olunan sistemdə yaranan struktur dəyişmələri ilə əlaqədardır. KBr-in konsentrasiyasının artması ilə məhlulun İQ oblastda udma spektrinin nisbətən böyük tezliklərə tərəf sürüşməsi KBr-in suyun mövcud strukturunu dağıtması nəticəsində baş verir. Məhlulların İQ-spektrinin tədqiqinə əsasən baxılmış konsentrasiyalarda su molekulları arasındakı hidrogen rabitəsinin enerjisi və uzunluğu hesablanmışdır (Cədvəl).

Cədvəl.

KBr-in suda məhlulunda müxtəlif konsentrasiyalarda su molekulları arasındakı hidrogen rabitəsinin enerjisi (E_H) və uzunluğu (R_H)

$c,\%$	x	ν, sm^{-1}	$-E_H, \frac{kC}{mol}$	$R_H \cdot 10^{10}, m$
0	0	6862.00	16,3	1,86
10	0,01654	6911.78	13,0	1,94
20	0,03647	6939.91	10,9	2,01
30	0,06093	6947.25	10,3	2,04
35	0,07537	6948.16	10,3	2,04

Cədvəldən göründüyü kimi, KBr-in konsentrasiyasının artması ilə məhluldakı su molekulları arasındakı hidrogen rabitəsinin enerjisi azalır, uzunluğu isə artır. Deməli suda KBr-in miqdarının artması ilə suyun strukturu müvafiq olaraq dağılır.

Beləliklə su-KBr sisteminin tədqiq olunan temperatur və konsentrasiya intervalında özlü axın və həcmi xassələrinin, həmçinin İQ oblastda udma spektrlərinin təhlili onu deməyə imkan verir ki, məhlulda KBr-in konsentrasiyası artdıqca, suyun strukturu dağılır.

[1] *E.Ə. Məsimov, B.G. Paşayev, H.Ş. Həsənov.* Bakı Universitetinin Xəbərləri, Fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2010, № 3, s.109-116.

[2] *Э.А. Масимов, Г.Ш. Гасанов, Б.Г. Пашаев.* Журнал физической химии, 2013, том 87, № 6, с. 969–972.

[3] *С. Глесстон, К. Лейдлер, Г. Эйринг.* Теория абсолютных скоростей. М.: Изд-во иностр. лит., 1948. 600 с.

[4] Водородная связь. Сборник статей. Изд. «Наука» Москва 1981. с.112-155.

[5] *J.D. Worley, I.M. Klotz.* J. Chem. Phys. 1966. v.45. p.2868.

[6] *А.А.Тагер.* Физикохимия полимеров. Издательство «Химия», Москва 1968. с. 251–467.

[7] *Г.М. Дакар, Е.Ю. Кораблева.* Журнал физ. химии, 1998, т.72, №4, с.662-666.

[8] *И.Н. Годнев, К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, В.Н. Васильева, В.П. Васильев, В.Л. Киселева, К.Н. Белоногов.* Физическая химия. Издательство «Высшая школа», 1982, с.672.

[9] *E.Ə.Məsimov, H.Ş. Həsənov.* “Bioloji sistemlərin termodinamikası”, Bakı, 2007, 411 s.

[10] *P. Atkins, De Paula.* J. Physical chemistry. Oxford University Press. 2006. 1067 p.

[11] *G. Nemethy, H. Scheraga.* J. Chem. Phys., 1962, v.36, №12, p. 3382-3417.

[12] *M. Chaplin.* Water Structure and Behavior. http://www.lsbu.ac.uk/water/chaplin.html. South Bank University, London 2008, 576 p.

[13] Вода в полимерах: Пер. с анг. (Под ред. *С.Роуленда*). М.;Мир, 1984. с. 50-78.

[14] *А.В. Карякин, Г.А. Кривенцова.* Состояние воды в органических и неорганических соединениях. Издательство «Наука» Москва 1973. 176с.

[15] *Г.В. Юхневич.* Инфракрасная спектроскопия воды. Издательство «Наука» Москва 1973. 208 с.

E.A. Masimov, B.G. Pashayev, H.Sh. Hasanov, Ch.I. Ibrahimov

THE STRUCTURE FEATURES OF THE SYSTEM WATER-KBr

The structural features of aqueous solutions of KBr are studied by means of viscosimetry, picnometry, and IR spectroscopy within the temperature range of 283.15-333.15 K and a concentration range of 0.01-0.07 (mol.part). The results from our experiments are used to calculate the parameters of viscous flow activation, the partial molar volume of KBr in the solution, and the energies and lengths of the hydrogen bonds between water molecules. The concentration dependences of these parameters are analyzed. Based on the obtained results, we conclude that KBr disrupts the structure of water.

Э.А. Масимов, Б.Г. Пашаев, Г. Ш. Гасанов, Ч.И. Ибрагимов

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ВОДА-KBr

В работе методами вискозиметрии, пикнометрии и ИК-спектроскопии изучены структурные особенности водных растворов KBr в интервале температур 283,15-333,15 K и концентраций мольных доли 0.01-0.07. Результаты проведенных экспериментов использованы для вычисленя активационных параметров вязкого течения, парциального мольного объема KBr в растворе, энергии и длины водородных связей между молекулами воды и проанализированы концентрационные зависимости этих параметров. Полученные результаты свидетельствуют о том, что KBr разрушает структуру воды.

Qəbul olunma tarixi: 11.06.2014

HƏRƏKƏTİN KVANT İNTEQRALLARI METODU VƏ QEYRİ-STASİONAR ŞREDİNGER TƏNLİYİNİN DƏQİQ HƏLLƏRİ

R. Q. AĞAYEVA
Azərbaycan MEA-nın Fizika İnstitutu
AZ 1143, Bakı, H. Cavid pr,.131

Hərəkətin kvant inteqrallarının köməyi ilə vaxtdan asılı olan maqnit sahəsindəki yüklü zərrəcik üçün faktorizasiyanın klassik metodu işlənmışdır. Bu metod baxılan qeyri-stasionar sistem üçün Şredinger tənliyinin dəqiq həllərini tapmağa imkan verir.

PACS: 03.65. -w
Açar sözlər: faktorizasiya metodu, hərəkətin kvant inteqralları.

[1] işində tezliyi vaxtdan asılı olan birölçülü harmonik ossilyatorunun timsalında göstərilmişdir ki, klassik faktorizasiya metodunu (KFM) [2] hərəkətin kvant inteqralları metodunu cəlb etməklə qeyri-stasionar sistemlər üçün də inkişaf etdirmək olar [3]. Bu işin məqsədi eyni məsələni başqa qeyri-stasionar sistem üçün, məsələn, vaxtdan asılı olan maqnit sahəsindəki yüklü zərrəcik üçün həll etməkdir.

KMF çərçivəsində dəyişən maqnit sahəsində yüklənmiş zərrəciyə baxaq. Vektor-potensialı aşağıdakı şəkildə seçək:

$$\vec{A}(\vec{r},t)=\frac{1}{2}\left[\vec{H}(t),\vec{r}\right], \tag{1}$$

burada $\vec{r}$ - koordinat, $\vec{H}(t)$ isə bircins maqnit sahəsidir. Tutaq ki, Z oxu maqnit sahəsi boyunca yönəldilmişdir, onda $A_Z = 0$. Buna görə də Z oxu boyunca hərəkət trivialdır, və onu nəzərə almamaq olar. Biz xy müstəvisindəki hərəkətə baxacağıq. Belə sistemin hamiltonianı

$$\hat{H}=\frac{1}{2m}\left[\left(\hat{p}_x+\frac{e}{c}A_x\right)^2+\left(\hat{p}_y+\frac{e}{c}A_y\right)^2\right] \tag{2}$$

şəklindədir, burada $A_x=-H(t)\,y/2$, $A_y=H(t)\,x/2$, $e=|e|$.

Belə sistem üçün yaranma və məhv olma operatorları məlumdur [4]:

$$\hat{A}^-(t)=f(t)\left[\varepsilon(t)\left(\hat{p}_x-i\hat{p}_y\right)+i\,m\,\dot{\varepsilon}(t)(y+ix)\right]\Big/(2\hbar m)^{1/2} \tag{3}$$

$$\hat{B}^-(t)=f^*(t)\left[\varepsilon(t)\left(i\hat{p}_x-\hat{p}_y\right)-im\,\dot{\varepsilon}(t)(x+iy)\right]\Big/(2\hbar m)^{1/2}, \tag{4}$$

Burada m elektronun kütləsidir, $\varepsilon(t)$ funksiyası klassik ossilyator üçün tənliyin müəyyən həllidir:

$$\ddot{\varepsilon}+\omega^2(t)\varepsilon=0, \tag{5}$$

$$f(t)=\frac{1}{\sqrt{2}}\exp\left(i\int_0^t\omega(\tau)d\tau\right), \tag{6}$$

$$\omega(t)=eH(t)/2mc \tag{7}$$

vaxtdan asılı olan tezlikdir.

Aşağıdakı kommutasiya münasibətləri mövcuddur:

$$[\hat{A}^-,\hat{A}^+]=[\hat{B}^-,\hat{B}^+]=1,\quad [\hat{A}^-,\hat{B}^-]=[\hat{A}^-,\hat{B}^+]=0\ . \tag{8}$$

(3) və (4) operatorları $\left(i\hbar\frac{\partial}{\partial t}-\hat{H}\right)$ operatoru ilə kommutasiya edir, və buna görə də hərəkət inteqrallarıdır.

(5) və (8) düsturlarından istənilən zamanın anı üçün doğru olan aşağıdakı bərabərlik alınır:

$$\dot{\varepsilon}\varepsilon^* - \dot{\varepsilon}^*\varepsilon = 2i \ . \qquad (9)$$

$$\hat{K} = \hat{A}^+\hat{A}^- + \frac{1}{2}, \quad \hat{L} = \hat{B}^+\hat{B}^- + \frac{1}{2} \qquad (10)$$

düsturlarına əsasən $\hat{K}$ və $\hat{L}$ operatorlarını daxil edək.

Asanlıqla görmək olar ki,

$$\left[i\hbar\frac{\partial}{\partial t} - \hat{H}, \hat{K}\right] = 0, \quad \left[i\hbar\frac{\partial}{\partial t} - \hat{H}, \hat{L}\right] = 0, \quad [\hat{K}, \hat{L}] = 0, \qquad (11)$$

yəni $\hat{K}$, $\hat{L}$ hərəkət inteqrallarıdır. Deməli, $\left(i\hbar\frac{\partial}{\partial t} - \hat{H}\right)$, $\hat{K}$ və $\hat{L}$ operatorları ümumi məxsusi , funksiyalar sisteminə malikdir. Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olur ki, baxılan qeyri-stasionar sistemin dalğa funksiyasını $\hat{K}$ və $\hat{L}$ operatorlarının məxsusi qiymətləri məsələsini həll etməklə tapmaq olar:

$$\hat{K}\psi = k\psi \qquad (12)$$

$$\hat{L}\psi = l\psi \qquad (12')$$

Başlanğıc koordinatları və impulsları [3] mənasını daşıyan aşağıdakı hərəkət inteqrallarını quraq [4]:

$$\hat{X}_0 = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(\hat{A}^- + \hat{A}^+\right) \qquad (13)$$

$$\hat{P}_{0x} = \frac{i}{\sqrt{2}}\left(\hat{A}^+ - \hat{A}^-\right) \qquad (14)$$

$$\hat{Y}_0 = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(\hat{B}^- + \hat{B}^+\right) \qquad (15)$$

6

$$\hat{P}_{0y} = \frac{i}{\sqrt{2}}\left(\hat{B}^+ - \hat{B}^-\right) \qquad (16)$$

Asanlıqla aşağıdakı bərabərlikləri yoxlamaq olar:

$$\hat{K} = \left(\hat{X}_0^2 + \hat{P}_{0x}^2\right)/2 \qquad (17)$$

$$\hat{L} = \left(\hat{Y}_0^2 + P_{0y}^2\right)/2 \qquad (18)$$

$\hat{X}_0$, P_{0x}, $\hat{Y}_0$, $\hat{P}_{0y}$ Ermit operatorlarıdır. Buna görə də onların məxsusi qiymətlərinin həqiqi olması irəli gəlir, bu da (17) və (18) ifadələrinin məxsusi qiymətlərinin aşağıdan məhdud olmasına gətirir: $k \geq 0$, $l \geq 0$. Bu bizə (12) və (12') məsələlərinin həlli üçün KMF-i tətbiq etmək hüququnu verir.

Əsas hala, yəni baxılan operatorun məxsusi qiymətlərinin ən kiçik olduğu hala aid olan kəmiyyətləri "0" indeksi ilə işarələməyi şərtləşək. Onda $\hat{K}$ operatorunun məxsusi qiymətlərini və məxsusi funksiyalarını təyin etmək üçün KMF-dən istifadə edərək (bax: [1]) taparıq:

$$k_n = n + \frac{1}{2}, \quad \psi_K \sim \psi_n = (\hat{A}^+)^n \psi_0, \qquad (19)$$

burada n = 0,1, 2,... və

$$\hat{A}^-\psi_0 = 0 \qquad (20)$$

Analoji olaraq, KMF-in (12') tənliyinə tətbiqi $\hat{L}$ operatorunun məxsusi qiymətlərinə və məxsusi funksiyalarına gətirir:

$$l_m = d + \frac{1}{2}, \quad \psi_L \sim \psi_d = (\hat{B}^+)^d \psi_0, \qquad (21)$$

burada $d = 0, 1, 2, \ldots$ və

$$\hat{B}^-\psi_0 = 0 \qquad (22)$$

(20) və (22) ifadələrdən ψ_0-i asanlıqla müəyyən etmək olar:

$$\psi_0 = C \exp\left[im\,\dot{\varepsilon}\left(x^2 + y^2\right)/2\hbar\varepsilon\right] \qquad (23)$$

$\hat{K}$ və $\hat{L}$ operatorları ümumi məxsusi funksiyalar sisteminə malik olduğundan, ψ_K (19) və ψ_L-nın (21) şəklindən aydındır ki, eyni zamanda $\hat{K}$ və $\hat{L}$ operatorların məxsusi funksiyası olan funksiya aşağıdakı şəkildə olmalıdır:

$$\psi_{nd}(t) = C(\hat{A}^+)^n(\hat{B}^+)^d\psi_0 \qquad (24)$$

C əmsalı $\psi_{nd}(t)$-nin normalaşdırılması şərtindən təyin edilir:

$$C = \left(\pi\hbar n!d!\right)^{-1/2} m^{1/2} |\varepsilon|^{-1} \qquad (25)$$

Digər tərəfdən, qeyd edildiyi kimi, $\psi_{nd}(t)$ yüklü zərrəciyin qeyri-stasionar maqnit sahəsində hərəkəti haqqında baxılan məsələsinin dalğa funksiyası olacaq.

Müəllif işə diqqətinə görə prof. F.M. Haşımzadəyə təşəkkürünü bildirir.

[1] *R. G. Agayeva*. Fizika, 2002, v.8, № 4, p. 62-63.
[2] *E. Schrödinger.* Proc. R. Irish Acad. A 1940, v.46, p. 9-16; 1940, v.46, p. 183-206; 1941, v.47, p. 53-54.
[3] *И.А. Малкин, В.И. Манко*. Динамические симметрии и когерентные состояния квантовых систем. М., Наука, 1979, 320 с. (Rus dilində).
[4] *R. G. Agayeva*. J. Phys. A: Math. Gen. 1980, 13, 1685-1699.

R.G. Aghayeva

QUANTUM INTEGRALS OF THE MOVEMENT AND EXACT SOLUTIONS OF THE NON-STATIONARY SCHRÖDINGER EQUATION

By means of quantum integrals of movement the classical method of factorisation has been developed for the charged particle in the time-dependent magnetic field. The given method allows determining exact solutions of the Schrödinger equation for considered non-stationary system.

Р.Г. Агаева

МЕТОД КВАНТОВЫХ ИНТЕГРАЛОВ ДВИЖЕНИЯ И ТОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО УРАВНЕНИЯ ШРЁДИНГЕРА

С помощью квантовых интегралов движения разработан классический метод факторизации для заряженной частицы в зависящем от времени магнитном поле. Данный метод позволяет определять точные решения уравнения Шредингера для рассматриваемой нестационарной системы.

Qəbul olunma tarixi: 19.06.2014

ELEKTRON VƏ DEŞİK KEÇİRİCİLİKLİ YARIMKEÇİRİCİLƏRİN MÜXTƏLİF SƏPİLMƏ MEXANİZMLƏRİNDƏ YARANAN ELEKTRİK RƏQSLƏRİ

E.R. HƏSƏNOV, B.Z. ƏLİYEV
AMEA Fizika İnstitutu,
Gəncə Texnologiya Universiteti,
BDU

Elektron və deşik keçiricilikli yarımkeçiricilərdə müxtəlif səpilmə mexanizmlərinin hesabına yaranan rəqslərin statik və dinamik olma xarakterləri müəyyən edilmişdir. Yaranan rəqslərin tezlikləri və amplitudları analitik olaraq hesablanmışdır. Rəqslərin başlanğıc amplitudu tapılmışdır. Başlanğıc amplitudun qiymətindən asılı olaraq rəqslərin dayanıqlı və dayanıqsız olması təyin edilmişdir.

Açar sözlər: elektron və deşik keçiricilikli yarımkeçiricilər, səpilmə mexanizmləri.
PACS: 72.20.Ht, 72.80.Cw.

[1-3] işlərində elektron və deşik tip keçiriciliyə malik yarımkeçiricilərdə, xarici elektrik sahəsinin təsiri ilə yaranan cərəyan rəqslərinin tezlikləri və amplitudları nəzəri olaraq tətqiq edilmişdir. Məlumdur ki, qüclü xarici elektrik sahəsində (yəni yükdaşıyıcıların elektrik sahəsində olan qreyf sürətləri ϑ_d, kristalda yayılan səs dalğalarının S sürətindən böyük olanda $\vartheta_d \geq S$) yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmi mürəkkəbdir və aydındır ki, birqiymətli deyil. Cərəyan yaradan yükdaşıyıcıların yürüklüklərinin xarici elektrik sahəsindən asılılığı, kristalın temperaturundan asılı olaraq çox kəsgin dəyişir və hətta səpilmə akustik fononlardan, optik fononlardan, sıfırıncı rəqslərdən olmaqla, qarışıq mexanizmlərdən də ola bilir. Yükdaşıyıcıların yürüklüklərinin xarici elektrik sahəsindən asılılığı elektrik sahəsindən alınan enerjinin qəfəsə verilməsindən asılı olaraq, səpilmə mexanizmi dəyişir. Əgər enerjinin itmə sürəti ε^m (m-sabit ədəddir) kimidirsə, onda enerjinin zamana görə orta dəyişməsi [4]

$$\left\langle \frac{d\varepsilon}{dt} \right\rangle = R_3(\varepsilon)^M \quad \text{kimi yazıla bilər.} \tag{1}$$

Yükdaşıyıcıların yürüklükləri

$$\mu = \frac{e\tau}{m} \quad \text{olduğundan} \tag{2}$$

Olunduğundan (e-elementar yük, m-kütlə, τ-səpilmə zamanıdır)

$$\mu = R_1\langle \varepsilon^n \rangle \tag{3}$$

kimi yazıla bilər.

(3) yazılışı yükdaşıyıcıların paylanma funksiyaları Maksvel-Bolsman və

$$f = A(E)e^{-\varepsilon^n} g(E) \tag{4}$$

kimi olduqda da doğrudur.

Xarici elektrik sahəsindən alınan enerji gücü, enerjinin itirilmə gücünə bərabər olanda, yəni

$$\left\langle \frac{d\varepsilon}{dt} \right\rangle = e\mu E^2 \tag{5}$$

Stasionar hal qərarlaşır.
(1-5) ifadələrini nəzərə alsaq

$$eR_2\langle \varepsilon \rangle^n E^2 - R_3\langle \varepsilon \rangle^m = 0 \tag{6}$$

alırıq.

$$\tau \sim \varepsilon^n \quad və \quad \mu = R_2\langle \varepsilon \rangle^n$$

Olduğundan (6) ifadəsindən

$$\mu = R_2\left(\frac{eR_2}{R_3}\right)^{\frac{n}{m-n}} \cdot E^{\frac{2n}{m-n}} \tag{7}$$

alırıq. n və m ədədləri yükdaşıyıcıların səpilmələri müxtəlif mənbələrlə olduqda yürüklüyün elektrik sahəsindən asılılığı müxtəlif olur. Əgər elektron və deşiklərin yürüklüklərini elektrik sahəsinin kvadratının funksiyası kimi sıraya ayırsaq

$$\mu_{\mp} = \left(1 + 2\frac{dln\,\mu_{\mp}}{dln\,E_0^2} \cdot \frac{\vec{E}\cdot\vec{E}_0}{E_0^2}\right) = \mu_{\mp}^0\left(1 + \varphi_{\mp}\frac{\vec{E}\cdot\vec{E}_0}{E_0^2}\right) \tag{8}$$

kimi yaza bilərik, (burada $\mu_{\mp}^0$)-elektronların və deşiklərin sabit elektrik sahəsindən asılı olan yürüklükləri;

$$\varphi_{\mp} = 2\frac{dln\,\mu_{\mp}}{dln\,E_0^2}$$

sabit əmsalıdır). (7) və (8) ifadələrindən görünür ki, n və m ədədlərinin qiymətlərindən asılı olaraq $\varphi_{\mp}$ sabitinin qiyməti müxtəlifdir. [4] ədəbiyyatında n və m ədədlərinin qiymətləri müxtəlif səpilmə mexanizmləri üçün araşdırılmışdır.

1. Əgər yükdaşıyıcılar yalnız akustik fononlardan səpilirlərsə n=-1/2; m=3/2 olur.
2. Əgər səpilmə sıfırıncı rəqslərdən olursa n=-1, m=3/2 olur.
3. Əgər səpilmə qeyri-polyar optik fononlardan və akustik fononlardan olursa n=-1/2, m=$\frac{1}{2}$ olur.

Belə səpilmə mexanizmlərindən başqa səpilmə prosesləri də mümkündür. [4] ədəbiyyatında belə səpilmə mexanizmləri ətraflı şərh olunub. Bizim bu nəzəri işimizdə əsas məqsəd, elektron və deşiklərdən ibarət yükda-

şıyıcıların xarici güclü elektrik sahəsində yaratdıqları cərəyan rəqslərinin tezliklərini və amplitudlarını yuxarıda səpilmələr olanda analitik hesablamadan ibarətdir. Qeyd etmək lazımdır ki, xarici dövrədə cərəyan rəqsləri yaranda (yəni xarici dayanıqsızlıq olanda) xətli yaxınlaşma metodu yaramır. Yəni cərəyan rəqslərini xarakterizə edən tənliklər sistemi qeyri-xətli diferensial tənliklərdir və onların həll olunması aşağıda izahını verdiyimiz metodla olmalıdır.

Qeyri xətli diferensial tənliklərin həll olunmasının riyazi metodunun şərhindən əvvəl elektron və deşik keçiricikli yarımkeçiricilərdə cərəyan rəqslərini xarakterizə edən tənliklər sistemini yazaq.

ƏSAS TƏNLİKLƏR

Elektron və deşiklərdən ibarət iki tip keçiriciliyə malik yarımkeçiricilərdə yükdaşıyıcıların rekombinasiya (tutulma) və qenerasiya (buraxılma) prosesləri olmayanda kəsilməzlik tənlikləri və Puasson tənliyi aşağıdakı kimidir [5]

$$\frac{\partial n_-}{\partial t} + div\left[n_-(E)\mu_-(E)\vec{E} + D_-\vec{\nabla}n_-\right] = 0 \qquad (9)$$

$$\frac{\partial n_+}{\partial t} + div\left[n_+(E)\mu_+(E)\vec{E} - D_+\vec{\nabla}n_+\right] = 0 \qquad (10)$$

$$div\vec{E} = \frac{4\pi e}{\varepsilon}(n_+ - n_- + N_0) \qquad (11)$$

(9-11) tənliklərində n_- -elektronların, n_+ -deşiklərin konsentrasiyaları, $\mu_-(E)$ -elektronların, $\mu_+(E)$ -deşiklərin yürüklükləri, D_- -elektronların diffuziya əmsalı, D_+ -deşiklərin diffuziya əmsalı, e-elementar müsbət elektrik yükü, E-elektrik sahəsinin intensivliyi, ε-mühitin dielektrik nüfüzluluğu, N_0-tarazlıq halında neytrallıq təmin edən mərkəzlərin konsentrasiyasıdır. Yuxarıda şərh olunan məqsədə nail olmaq üçün (9-11) qeyri-xətli diferensial tənliklər sistemi birgə həll olunmalıdır. Əgər kristal daxilində yüklərin xarici sabit elektrik sahəsinin təsiri ilə qeyri-bərabər paylanması kiçik fluktuasiya xarakterlidirsə, yəni

$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}', \quad \vec{E}' << \vec{E}_0, \quad n_\pm = n_\pm^0 + n_\pm', \quad n_\pm' << n_\pm^0 \qquad (12)$$

şərtləri ödənirsə, onda nümünə daxilində yaranan dalğalar yalnız daxildə yayılır və xarici dövrədə cərəyan rəqsi yaranmır. Cərəyan rəqsləri (12)-şərti pozulduqda yəni $\vec{E}'$ və $\vec{E}_0$, $n_\pm'$ və $n_\pm^0$ qiymətləri ixtiyarı olduqda 9-11 tənlikləri qeyti-xətli olduğundan rəqs tam harmonik olmur. Belə rəqslərin tezlik və amplitudlarını müəyyən etmək üçün (9-11) qeyri-xətli diferensial tənlikləri başka metodla həll olunmalıdırlar. Qeyri-xətli diferensial tənliklərin asimtotik riyazi həll metodunun biri Van-der-Pol metodudur. Bu metodun qısa şərhini aşağıda göstərəcəyik. Rəqsi hərəkəti xarakterizə edən Van-der-Pol tənliyi aşağıdakı kimidir

$$\frac{\partial^2 r}{\partial t^2} + \omega_0^2 r = \beta\phi\left(r, \frac{dr}{dx}, \frac{dr}{t}\right) \qquad (13)$$

(13)-tənliyində r ölçüsüz dəyişən parametr, $\beta<<1$ olan kiçik parametr, $\phi\left(r, \frac{dr}{dx}, \frac{dr}{t}\right)$ Sonlu funksiya, ω_0 -harmonik rəqsin tezliyidir. Əvvəlcə (9-11) - tənliklər sistemini (13) Van-der-Pol tənliyi şəklinə gətirək

$$r = \frac{\vec{E}'}{E_0^{\rightarrow}} \text{ işarə etsək}$$

İşarə etsək (9-11) tənliklərini aşağıdakı kimi yaza bilərik

$$\frac{\partial n_-'}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left[\vartheta_- n_-^0 A_-\left(1 + \frac{n_-'}{n_-^0}\right)\right] + D_-\frac{\partial^2 n_-'}{\partial x^2} = 0$$

$$\frac{\partial'}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left[\vartheta_+ n_+^0 A_+\left(1 + \frac{n_+'}{n_+^0}\right)\right] + D_+\frac{\partial^2 n_+'}{\partial x^2} = 0$$

$$\frac{\partial E'}{\partial x} = \frac{4\pi e}{\varepsilon}(n_+' - n_-') \qquad (14)$$

(14) – tənliklər sistemində $\vartheta_\mp = \mu_\mp E_0$ elektron və deşiklərin dreyf sürətləri,

$$A_- = (1 + r)(1 + \varphi_- r); \qquad A_+ = (1 + r)(1 + \varphi_+ r)$$

(14) – sistem tənlikləri bir ölcüdə yazılıb, yəni x-oxu boyunca cərəyan rəqsləri tətqiq olunur. (14)- tənliklər sistemini operator şəklində aşağıdakı kimi yazaq

$$\left[\frac{\partial}{\partial t} + \vartheta_- n_-^0 \frac{\partial A_-}{\partial x}\vartheta_- A_- \frac{\partial}{\partial x} + D_-\frac{\partial^2}{\partial x^2} n_-'\right] = -\vartheta_- n_-^0 \frac{\partial A_-}{\partial x} \qquad (15)$$

$$\left[\frac{\partial}{\partial t}+\vartheta_+ n_+^0\frac{\partial A_+}{\partial x}\vartheta_+ A_+\frac{\partial}{\partial x}-D_+\frac{\partial^2}{\partial x^2}n_+^{'}\right]=-\vartheta_+ n_+^0\frac{\partial A_+}{\partial x} \tag{16}$$

$$\frac{\partial E^{'}}{\partial x}=\frac{4\pi e}{\varepsilon}(n_+^{'}-n_-^{'}) \tag{17}$$

(15)-ci tənlikdən $n_-^{'}$, 16-cı tənlikdən $n_+^{'}$ uyğun operatorlar şəklində 17-ci tənlikdə yerinə yazılaraq aşağıdakı van-der-Pol tipli tənliyi alırıq.

$$\frac{\partial^2 r}{\partial t^2}+\omega_0^2 r=\beta\phi\left(r,\frac{dr}{dx},\frac{dr}{dt}\right) \tag{18}$$

(18) tənliyində $\beta=\frac{\mu_+}{\mu_-}\ll 1$,

$$\omega_0^2=\vartheta_-\vartheta_+(2+\varphi_+)k^2-D_+\vartheta_- k^3+D_-\vartheta_+(1+\varphi_+)k^3+D_-\vartheta_+ k^3-$$

$$-k^4 D_- D_+ +\frac{4\pi k}{\varepsilon}\left(\sigma_+\vartheta_- +\sigma_-\vartheta_+\right)+\frac{4\pi}{\varepsilon}\sigma+D_-(1+\varphi_+)k^2-$$

$$-\sigma_- D_+\frac{4\pi}{\varepsilon}(1+\varphi_-)k^2;\quad \sigma_+=en_+^0\mu_+^0;\quad \sigma_-=en_-^0\mu_-^0$$

(18)-tənliyi $r=e^{kx}F_1 cos\Psi$; $e^{kx}F_1=F$; $\Psi=\omega_0 t+\theta$ şərtində alınıb *F(t)*-zamanın funksiyası olan amplitud θ- başlanğıc fazadır.

$$\phi=A_1 F sin\Psi+A_2 F cos\Psi+A_3 F^2 sin\Psi cos\Psi+A_4 F^2 cos^2\Psi+$$

$$+A_5 F^3 sin\Psi cos^2\Psi+A_6 F^3 cos^3\Psi+A_7 F^4 cos^4\Psi+A_8 F^5 cos^5\Psi+A_9 F^6 cos^6\Psi \tag{19}$$

$$A_1=\frac{1}{\beta}\left\{k\vartheta_-\omega_0+(D_- -D_+)k^2\omega_0+\frac{4\pi\omega_0}{\varepsilon}[\sigma_+(1+\varphi_+)+\sigma_-(1+\varphi_-)]\right\}$$

$$A_2=-\frac{4\pi k}{\varepsilon\beta}(\sigma_+\vartheta_- +\sigma_-\vartheta_+)(2+2\varphi_-\varphi_+ +3\varphi_- +3\varphi_+)$$

$$A_3=2k\vartheta_-\omega_0(1+\varphi_+)+\frac{1}{\beta}\left[k\vartheta_-\omega_0(1+2\varphi_-)+\frac{8\pi\omega_0}{\varepsilon}(\sigma_+\varphi_+ +\sigma_-\varphi_-)\right]$$

$$A_4=\frac{2D_+ k^2 k\vartheta_-}{\beta}(1+\varphi_-)-2D_- k^2 k\vartheta_-(1+5\varphi_+)++\frac{4\pi}{\varepsilon\beta}\times$$

$$\times[4k^2(\sigma_+\varphi_+ D_- +\sigma_-\varphi_- D_+)-(\sigma_+\vartheta_- +\sigma_-\vartheta_+)k(6\varphi_-\varphi_+ +3\varphi_- +3\varphi_+)]$$

$$A_5=k\vartheta_-\omega_0\left(7\varphi_+ +\frac{3}{\beta}\right)\varphi_-$$

$$A_6=-k^2\vartheta_-^2(3+4\varphi_- +7\varphi_+ +8\varphi_-\varphi_+)+\frac{3D_+ k^2 k\vartheta_-}{\beta}\varphi_- 3\varphi_+ k^2 D_- k\vartheta_-$$

$$A_7=-k^2\vartheta^2(1+4\varphi_- +6\varphi_+ +13\varphi_-\varphi_+) \tag{20}$$

$$A_8=-k^2\vartheta^2(2\varphi_- +\varphi_+ +10\varphi_-\varphi_+)$$

$$A_9=-k^2\vartheta^2-2\varphi_-\varphi_+$$

A_1-A_9 ifadələrini bilərək (18) Van-der-Pol tənliyindən rəqsi hərəkətinin *F* amplitudunun və *ω*-tezliyini hesablamaq üçün diferensial tənliklərin asimtotikasını təyin edən riyazi metodun qisa izahını verək. Rəqsi hərəkəti xarakterizə edən (18) tənliyinin asimtotik yaxınlaşma ilə həllinə baxaq. Əgər kiçik parametr *β=0* olarsa, yəni yükdaşıyıcıla-

rın yürüklüklərini yaradan elektrik sahəsi, (sistem konservativdirsə) rəqs təmiz harmonik olacaq və $\beta=0$ olanda (18) tənliyinin həlli

$$r = F_0 cos\Psi \qquad (21)$$

Olacaq

$$\frac{dF_o}{dt} = 0, \qquad \frac{d\Psi}{dt} = \omega_o, \qquad \Psi = \omega_o t + \theta$$

Sistem konservativ olmayanda (yəni rəqsi dəyişdirən mənbə, elektrik sahəsi olanda $\beta\neq0$). (18) tənliyindəki ani tezlik amplutudun funksiyası olacaq və amplitud azala və arta biləcək. Bunları nəzərə alsaq (18) tənliyinin həllini

$$r = Fcos\Psi + \beta u_1(F,\Psi) + \beta u_2(F,\Psi) + \beta u_3(F,\Psi) + \cdots \qquad (22)$$

kimi axtaraq. Burada u_1, u_2, u_3,... funksiyaları periodikdirlər. F amplitud və Ψ fazası

$$\frac{dF}{dt} = \beta C_1(F) + \beta^2 C_2(F) + \cdots$$

$$\frac{d\Psi}{dt} = \omega_0 + \beta B_1(F) + \beta^2 B_2(F) \qquad (23)$$

tənliklərindən tapılır.

(18)-tənliyin həlli üçün u_1, u_2,..., C_1, C_2,...B_1, B_2, funksiyaları təyin edilməlidirlər. (22)-ifadəsini diferensiallayaraq $\frac{dr}{dt}$, $\frac{d^2r}{dt^2}$ ifadələri tapılır. (23)-tənliklərindən $\frac{d^2F}{dt^2}$ və $\frac{d^2\Psi}{dt^2}$ təyin edilir. Bu ifadələr (18) tənliyində yerinə yazılaraq sağ və sol tərəfdə eyni dərəcəli β ifadələri bərabərləşdirilir. Bu riyazi metod [6] kitabında ətraflı izah olunub. Yuxarıda deyilənlər nəzərə alınmaqla

$$C_1 = -\frac{1}{2\pi\omega_0}\int_0^{2\pi} \phi sin\Psi d\Psi; \quad \omega_1 = \omega_0 - \frac{\beta}{2\pi F\omega_0}\int_0^{2\pi} \phi cos\Psi d\Psi \qquad (23)$$

İfadələri, yəni birinci yaxınlaşmada

$$\frac{dF}{dt} = -\frac{\beta}{2\pi\omega_0}\int_0^{2\pi} \phi sin\Psi d\Psi, \quad \frac{d\Psi}{dt}_1 = \omega_0 - \frac{\beta}{2\pi F\omega_0}\int_0^{2\pi} \phi cos\Psi d\Psi \qquad (24)$$

təyin edilir. (20) ifadələrini nəzərə almaqla (24) inteqralların hesablasaq amplitudu təyin etmək üçün aşağıdakı tənliyi alırıq.

$$\frac{dF}{dt} = -\frac{\beta}{2\omega_0}(A_1F + A_5F^3) \qquad (25)$$

(25)-tənliyinin sağ və sol tərəfini $2F$ həddinə vursaq

$$\frac{dF^2}{F^2\left(\frac{A_1}{A_5}+F^2\right)} = -\frac{\beta A_5}{\omega_0}dt \qquad (26)$$

tənliyini alırıq $u = \left|\frac{A_1}{A_5}\right|$ işarə etməklə (26) tənliyini

$$\frac{dF^2}{u - F^2} + \frac{dF^2}{F^2} = |\alpha|dt$$

kimi yazıb inteqrallayaq, onda

$$F = \frac{F_0 e^{+\frac{\alpha t}{2}}}{u^{1/2}\left[1+\frac{F_0^2}{u}(e^{+\alpha t}-1)\right]^{1/2}} \qquad (27)$$

alırıq. Burada F_0 rəqsin $t=0$ olanda başlanğıc amplituddur. (27)-ifadəsindən görünür ki, başlanğıc amplitud $F_0=0$ olarsa, ixtiyari, t-zamanı üçün $F=0$ və $r=0$ olur. Bu həll (18) Van-der-Pol tənliyinin trivial həllidir. Bu trivial həll statistik rejim olduğunu göstərir, yəni sistemdə rəqsi hərəkət yoxdur. Başlanğıc amplitudun çox kiçik qiyməti monoton olaraq artaraq $F_0 = u^{1/2}$olanda, sistem özü həyəcanlanır və rəqs ixtiyarı zaman $t>0$ anında dinamik rejim

$$r = u^{1/2}cos(\omega_0 t + \theta)$$

olur.

Statik rejimdən fərqli olaraq dinamik rejim güclü dayanıqlığa malikdir, yəni $F_0 = u^{1/2}$olanda ixtiyari $t\to\infty$ anında stasionar rəqs yaranır. Bu nəticələr yalnız birinci asimptotik yaxınlaşmada doğrudur. Rəqsin tezliyini, yəni (24) ifadəsindəki $\omega = \frac{d\Psi}{dt}$ hesablayaq. ϕ funksiyasının (19) ifadəsini (20) əmsallarını nəzərə almaqla $\frac{d\Psi}{dt}$ (24) ifadəsində yerinə yazıb inteqrallasaq, aşağıdakı ifadəni alırıq.

$$\frac{d\Psi}{dt} = \omega_1 = \omega_0\left[1 - \left(\frac{A_2}{2} + \frac{A_6F^2}{4} + \frac{A_8}{2}F^4\right)\frac{1}{\omega_0^2}\right] \qquad (28)$$

alırıq.

Qeyd edək ki, triqonometrik sin_{ψ}^{n}, cos_{ψ}^{n} funksiyalarının inteqralları aşağıdakı çevrilmə yolu ilə inteqrallanıb

$$cos^2\alpha = \frac{cos\,2\alpha+1}{2}; \quad sin^2\alpha = \frac{1-cos\,2\alpha}{2} \tag{29}$$

(29) ifadələrinin köməyi ilə sin_{ψ}^{n} və cos_{ψ}^{n} hədləri hesablanır və uyğun inteqrallarda yerinə yazılıb. A_2, A_6, A_8 ifadələrini (28)-də yerinə yazsaq birinci yaxınlaşmada ω_1 tezliyinin

$$\omega_1 = \omega_0 + \Delta\omega \tag{30}$$

$\Delta\omega$ əlavəsini tapırıq. ω_1-tezliyini

$$\omega_1 = \omega_0[1 + f(\varphi_+, \varphi_-, D_+, D_-)] \tag{31}$$

kimi yazsaq $\omega_1$tezliyinin ω_0-tezliyindən az və cox olması $f(\varphi_+, \varphi_-, D_-, D_+,)$ funksiyasının işarəsindən asılı olacaq. φ_+, φ_- yüksəkdaşıyıcıların səpilmə parametrləri olduğundan $\omega_1 = \omega_0 + \Delta\omega$ tezliyinin və

$$r = \frac{F_0 e^{+\frac{\propto t}{2}} cos\,(\omega_1 t+\theta)}{u^{1/2}\left[\frac{F_0^0}{u}(e^{\propto t}-1)\right]^{1/2}} \tag{32}$$

$r = \frac{E'}{E_0}$ parametrlərinin işarəsindən asılıdır.

NƏTİCƏLƏR

(18) Van-der-Pol tənliyi ilə xarakterizə olunan rəqsin (bizim tətqiqi etdiyimiz elektron və deşik tip keçiriciliyə malik yarımkeçiricilərdə xarici elektrik sahəsinin təsiri ilə yaranan rəqslər) birinci yaxınlaşmada ω_1 tezliyi və F amplitudu yükdaşıyıcıların güclü ($\vartheta_d > S$) elektrik sahəsində səpilmə mexanizmindən kəskin asılıdır. Bu asılıqları analitik almaq üçün φ_+ və φ_- səpilmə parametrlərinin müxtəlif səpilmə halında ədədi qiymətləri tapılmalı və 31, 32 ifadələrində yerinə yazılmalıdır. Yəni 31 və 32 ifadələrində olan u və $f(\varphi_+, \varphi_-, D_-, D_+,)$ ölçüsüz funksiyalarının qiymətləri mümkün ola biləcək səpilmə mexanizmlərdə tapılmalıdır.

Qeyd edək ki, səpilmə xarakterləri dəyişdikcə u və f funksiyalarının ədədi qiymətləri müxtəlif olacaq. İndi müxtəlif səpilmə mexanizmləri olanda u və f funksiyasının qiymətlərini tapaq. K-dalğa vektoru nümunənin ölçüsü ilə $k=\frac{2\pi}{L_x}$ olduğundan, diffuziya əmsalı Eynşteyn münasibəti ilə $D_{\pm} = \frac{T}{e}\mu_{\pm}$ tapılarsa

$$\frac{kD_{\pm}}{\vartheta_{\pm}} = 2\pi\frac{T}{eE\ell} \ll 1$$

olduğunu nəzərə almaqla

$$u = \left|\frac{A_1}{A_5}\right| = \frac{1 + \frac{4\pi}{\varepsilon}\cdot\frac{1}{k\vartheta_-}[\sigma_+(1+\varphi_+) + \sigma_-(1+\varphi_+)]}{|7\beta\varphi_+ + 3\varphi_-|}$$

$$\propto = k\vartheta_-\left|7\varphi_+\beta + \frac{3\varphi_-}{\beta}\right| \tag{33}$$

$$f = -\frac{1}{\omega_0^2}\left(\frac{A_2}{2} + \frac{A_6}{4}F^2 + \frac{A_8}{2}F^4\right)$$

alırıq.

(33) ifadələrində φ_+, φ_- səpilmə parametrlərinin qiymətləri müxtəlif səpilmə mexanizmləri olanda yerinə yazılmalıdır. Elektronlar və deşiklər eyni, yaxud müxtəlif səpilmə mexanizmlərinə malik ola bilərlər. Biz u, α, f ifadələrində φ_-və φ_+ parametrlərinin eyni qiymətlərini yazacayıq. φ_-və φ_+ parametrlərinin müxtəlif səpilmə mərkəzləri olanda, n və m ədədlərini nəzərə almaqla hesablamaq mümkündür.

1. Akustik fononlardan səpilmə olarsa $\varphi_+ = \varphi_- = -1/2$ olur və α, u, f parametrləri aşağıdakı kimi olur:

$$\propto = \frac{3k\vartheta_-}{4}; \qquad u = 1 + \frac{2\pi}{\varepsilon}\cdot\frac{\sigma_+ + \sigma_-}{k\vartheta_-};$$

$$f = \frac{k^2\vartheta_-^2}{\omega_0^2}\left[\frac{F^2}{2}(F^2-1) - \frac{\pi}{\varepsilon\beta}\frac{\sigma_+\vartheta_- + \sigma_-\vartheta_+}{k\vartheta_-^2}\right]$$

$$\omega_0^2 = \frac{3}{2}k^2\vartheta_-\vartheta_+ + \frac{2\pi k}{\varepsilon}(\sigma_+\vartheta_- + \sigma_-\vartheta_+) \qquad (34)$$

(34) və (32)-dən görünür ki, $F_0=u^{1/2}$ olduğundan $F=1$ olur və f parametrli mənfi olur. Bu halda rəqsin amplitudu qərarlaşmış stasionar qiymət alır.

Rəqsin tezliyi isə

$$\omega_1 = \omega_0\left[1 - \frac{k}{\omega_0^2}\frac{\pi}{\varepsilon\beta}\sigma_+\vartheta_- + \sigma_-\vartheta_+\right] \qquad (35)$$

Harmonik rəqs tezliyi ω_0-olan haldan azdır.

2. Sıfırıncı akustik rəqslərdən səpilmə olarsa

$$\varphi_+ = \varphi_- = -4/5$$

$$\propto = \frac{12}{5}\cdot\frac{\mu_-}{\mu_+}k\vartheta_-, \quad u = \frac{5}{12}\frac{\mu_+}{\mu_-} \qquad (36)$$

$$f = -\frac{8\pi}{\omega_0^2}\cdot(\sigma_+\vartheta_- + \sigma_-\vartheta_+)k$$

olur. Bu halda ω_1 tezliyi (35) kimi qalır.

3. Səpilmə qeyri-polyar optik fononlardan və akustik fononlardan olsa $\varphi_+ = \varphi_- = -1$ olur.

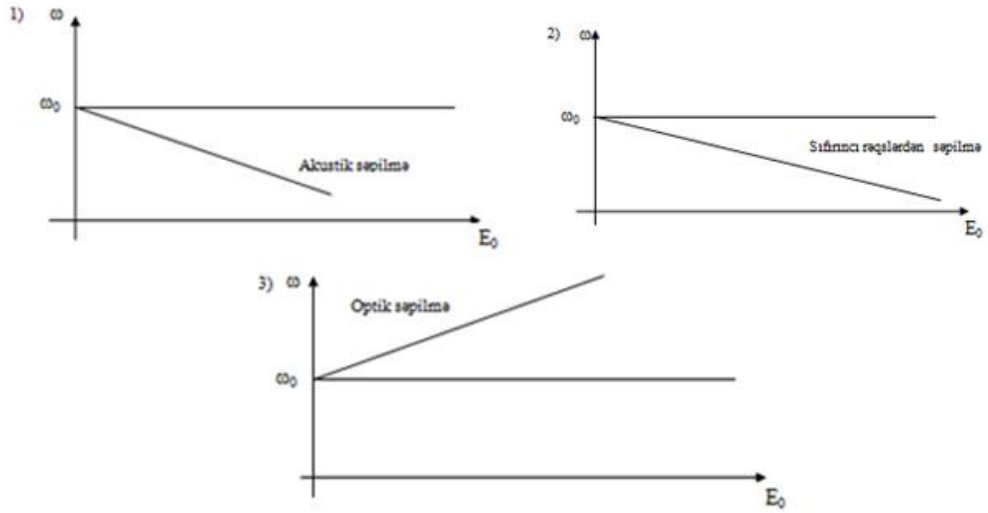
$$\propto = 3\frac{\mu_-}{\mu_+}k\vartheta_-, \quad u = \frac{1}{3}; \quad f = \frac{k^2\vartheta_-^2}{\omega_0^2} \qquad (37)$$

və tezlik

$$\omega_1 = \omega_0\left(1 + 7\frac{k^2\vartheta_-^2}{\omega_0^2}\right)$$

olur.

Beləliklə, yuxarıda qeyd olunan səpilmə mexanizmləri olduqda elektron və deşik tip keçiriciliyə malik yarımkeçiricilərdə yaranan rəqslərin tezlik və amplitudları üçün analitik ifadələr tapıldı.

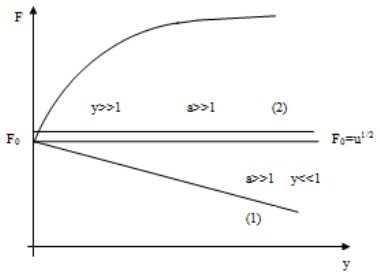


Şəkil 1, 2, 3.

Bu analitik ifadələri qrafiki olaraq göstərək. Yuxarıdakı 1, 2, 3 əyrilərindən görünür ki, yaranan rəqslərin tezlikləri yalnız optik səpilmə olduqda artır, bu da o deməkdir ki, optik fononlardan səpilmə daha çox elektrik yüklərinin qeyri-bərabər paylanmasına səbəb olur. Amplutudların başlanğıc qiymətdən $F_0=u^{1/2}$ kənara çıxmasını tapmaq üçün (27) ifadəsinin zamana görə maksimumu və minimum qiymətlərini təyin etmək lazımdır. (Yəni, $\frac{dF}{dt}$ və $\frac{d^2F}{dt^2}$ hesablanmalıdır). Ancaq biz statik və dinamik rəqslərin tezliklərini və amplitudlarını axtardığımızdan $\frac{dF}{dt}$, $\frac{d^2F}{dt^2}$ törəmələrini hesablamağa ehtiyac yoxdur. (27) ifadəsinin zamandan asılılıq qrafikini F_0 başlanğıc amplitud qiymətinin $u^{1/2}$ parametri ilə müqayisəsindən aşağıdakı kimi qura bilərik $y=\alpha t$, $\frac{F_0}{u^{1/2}} = a$ ilə işarə edək. Onda (27) ifadəsini belə yaza bilərik

$$F = \frac{a e^{y/2}}{[1+a^2(e^y-1)]^{1/2}} = \frac{a}{[e^{-y}+a^2-a^2e^{-y}]^{1/2}}$$

Şəkil 4-dən görünür ki, rəqsin başlanğıc amplitud qiymətindən asılı olaraq yaranan rəqslər ya statik olaraq davam edir ($\theta=1$ olanda), dinamik olaraq ($a>>1$ olanda) rəqs statik hala yaxınlaşır, yalnız rəqs $F_0>>u^{1/2}$ başlanğıc qiyməti ilə başlayırsa eksponensial olaraq artır. Amplitudun artması sistemin dayanıqsız olmasıdır. Bu dayanıqsızlıq hal müəyyən zamandan sonra dayanıqlı hala keçməlidir.



Şəkil 4.

[1] The Nonliear Theory of Gunns Effect. *Eldar Rasul oglu Hasanov, Rugiye Kerem kızı Gasımova, Akber Zeynelabidin oglu Panahov and Ali Ihsan Demirel*. Progress of Theoretical Phyesics. Vol 121 N0.3, Marc 2009, pp. 593-601.

[2] Ultzahigh Frequency Generation in GaAs-ture Two-Valley Semiconductors. *E.R. Hasanov, R.K. Gas;mova, A.Z. Panahov and A.I. Demirel.* Adu. Studies Theor. Pheor. Phys. Vol 3. 2009 no 8. 293-298.

[3] High Frequency Energy Radiation of *n*-Tyre Semiconductors at Constant Electric and Macnetic Field. Eldar Rasuloglu Hasanov, Akber Zeynalabdin Panahov and Ali Ihsan Demirel. Adv. Studies Theor. Phys. Vol.7,2013, no 21, 1035-1042.

[4] High field transport in semiconductors. *M.Conwell.* 1967, New York. Pp.225-300

[5] *В.Л. Бонг-Бруевич, И.П.Звягин, Ф.Г.Миронов.* Доменная печь электрическая неустойчивость в полупроводникахт Москва 1972. стр.158-170.

[6] *Н.Н.Боголюбов, Ю.А.Митропольский.* Асимтотические методы в теории нелинейных колебаний. Москва 1963 ГОС. Издат. физ-мат. Стр.407, учеб. пособие.

E.R.Gasanov, B.Z.Aliyev

THE APPEARANCE OF ELECTRIC OSCILLATIONS IN SEMICONDUCTORS OF ELECTRON-HOLE CONDUCTION AT DIFFERENT DISPERSIONS

The dynamic and statistic oscillation characters in electron-hole semiconductor at the presence of different dispersions are defined. The frequencies and amplitudes of appearing oscillations are analytically calculated. The initial amplitudes are found. The conditions of stability and instability of these oscillations are obtained.

Э.Р.Гасанов, Б.З.Алиев

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНОЙ ПРОВОДИМОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РАССЕЯНИЯХ.

Определены динамические и статические характеры колебаний в электронно-дырочном полупроводнике при наличии различных рассеяний. Аналитически вычислены частоты и амплитуды возникающих колебаний. Найдены начальные амплитуды. Определены условия устойчивости и неустойчивости этих колебаний.

Qəbul olunma tarixi: 18.05.2014

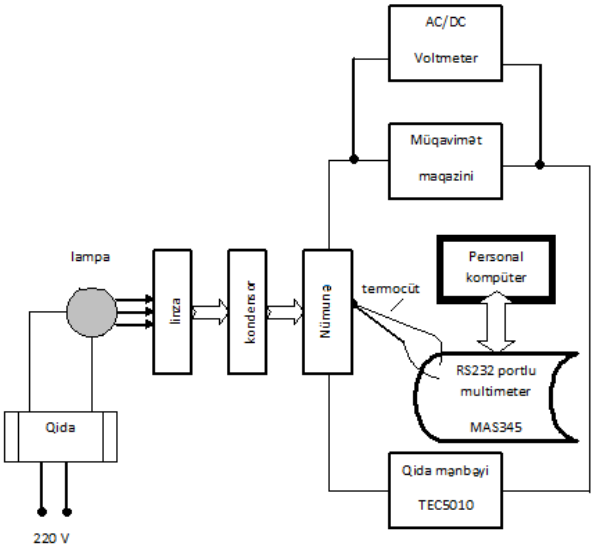
FOTOHƏSSAS YARIMKEÇİRİCİ HİSSƏCİKLƏRLƏ DİSPERSİYA OLUNMUŞ POLİMER DİELEKTRİKLƏRDƏ AÇIQ DÖVRƏ GƏRGİNLİYİ

N.Ə. SƏFƏROV, S.X. ƏLİYEVA
AMEA, akademik H.Abdullayev adına Fizika İnstitutu, Az-1143 Bakı, H.Cavid prospekti,33
e-mail: sabina.aliyeva55@yahoo.com

Fotohəssas yarımkeçirici hissəciklərlə dispersiya olunmuş polimer dielektriklərin fotoelektrik xassələrini tədqiq edərək göstərilmişdir ki, kompozit materialda CdS-in faiz dərəcəsinin artırılması açıq dövrə gərginliyinin qiymətinin azalmasına səbəb olur.

Açar sözlər: polimer dielektriklər, polimer kompozitlər, fotohəssaslıq, fotoelektretlik, fotovoltaiklik
UOT: 678.027.94-404.8

Son zamanlar yarımkeçirici fotohəssas elementlərin işlənməsi ilə yanaşı olaraq polimer əsaslı yeni nəsl materialların işlənməsinə (yaradılmasına) böyük əhəmiyyət verilir [1-3]. Bu istiqamətdə əsasən üç növ materiallar yaradılmışdır: işığa həssas polimer yarımkeçiricilər, fotohəssas polimer dielektriklər, fotohəssas polimer kompozitlər. Göstərilən üç növ materialların özlərinə məxsus xassələri və tətbiq sahələri vardır. Göstərilən fotohəssas materiallar üçün müəyyən parametrlərin, məsələn, fotohəssaslıq, fotovoltaiklik, fotoelektretlik böyük əhəmiyyət kəsb edir və onların mümkün qədər yüksəldilməsinin texnologiyaları işlənilir. Fotohəssaslıq diapazonunun genişləndirilməsi, sensibilizasiyası, temperaturun fotohəssaslığa təsiri istiqamətində geniş elmi tədqiqat və təcrübi işlər aparılır. Parametrlərin geniş oblastda variasiyası baxımından kompozit fotohəssas materialların böyük imkanları vardır: polimer fazanın, fotohəssas yarımkeçirici disperqatorların və onların müxtəlif elektrofiziki şəraitdə modifikasiyasının mümkünlüyü və polimer matrisa ilə yarımkeçirici fazaların arasında qarşılıqlı təsirlərin məqsədəuyğun variasiyası yeni fotoelektrik materialların yaradılması üçün geniş imkanlar yaradır. Məqalədə əsas məqsəd fotohəssas yarımkeçirici hissəciklərlə dispersiya olunmuş polimer dielektriklərdə fotoelektrik xassələrinin öyrənilməsidir. Fotoelektrik xassələrinin ölçülməsi üçün qurğu şəkil 1-dəki kimi qurulmuşdur.

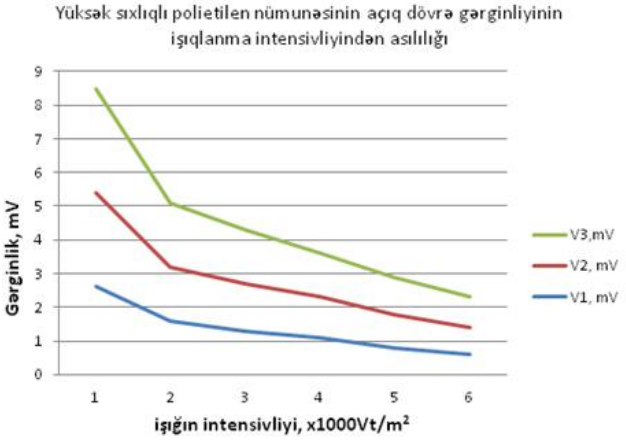


Şəkil 1.

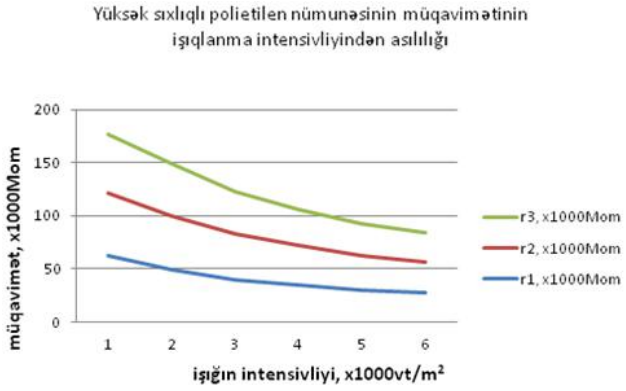
İlk öncə eksperiment aparmaq üçün 3 ədəd nümunə alınmışdır. Nümunələr CdS və yüksək sıxlıqlı polietilendən hazırlanmışdır. Faiz göstəriciləri aşağıdakı kimidir:

1) 30% CdS+70% polietilen
2) 20% CdS+80% polietilen
3) 40% CdS+60% polietilen

Alınmış nümunələr əsasında açıq dövrə gərginliyinin işıqlanma intensivliyindən asılılığı və müqavimətin işıqlanma intensivliyindən asılılığı öyrənilmişdir. Qrafiklər şəkil 2 və şəkil 3-də göstərilən kimi alınmışdır:



Şəkil 2.



Şəkil 4.

Şəkildən də göründüyü kimi hər üç nümunə üçün gərginliyin işığın intensivliyindən asılılıq qrafikinə nəzər salsaq görərik ki, gərginlik artdıqca işığın intensivliyi də artır. Müqavimətin işığın intensivliyindən asılılıq qrafiki-

nə baxanda aydın olur ki, müqavimət azaldıqca intensivlik artır.

Beləliklə, fotohəssas yarımkeçirici hissəciklərlə dispersiya olunmuş polimer dielektriklərin fotoelektrik xassələrini tədqiq edərək bu nəticəyə gəlmək olar ki, kompozit materialda CdS-in faiz dərəcəsinin artırılması açıq dövrə gərginliyinin qiymətinin azalmasına səbəb olur.

[1] *Н.А. Давиденко, А.А. Ищенко, Л.И. Костенко, Н.Г. Кувшинский, Д.Д. Мысык, Р.Д. Мысык*. Физика и техника полупроводников, 2004, том 38, вып.5

[2] *Н.А. Давиденко, В.Н. Кокозей, И.И. Давиденко, О.В. Нестерова, А.Н. Лопух, Н.Г. Спицына, А.С. Лобач.* Химическая физика. 2007, том 26, №7, с. 80-90.

[3] *А.А. Ищенко.* Строение и спектрально-люминесцентные свойства полимениновых красителей. (Киев, Наук. думка, 1994).

N.A. Safarov, S.X. Aliyeva

CIRCUIT VOLTAGE IN POLYMER DIELECTRICS DISPERSED PHOTOSENSITIVE SEMICONDUCTOR PARTICLES

Investigation of photovoltaic properties of polymer dielectrics dispersed photosensitive semiconductor particles shown that increasing percentages of CdS in the composite circuit voltage decreases.

Н.А. Сафаров, С.Х. Алиева

НАПРЯЖЕНИЯ ХОЛОСТОГО ХОДА В ПОЛИМЕРНЫХ ДИЭЛЕКТРИКАХ, ДИСПЕРГИРОВАННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Исследованием фотоэлектрических свойств полимерных диэлектриков, диспергированных полупроводниковыми фоточувствительными частицами показано, что с увеличением процентного соотношения CdS в композиционном материале снижается напряжение холостого хода.

Qəbul olunma tarixi: 27.05.2014

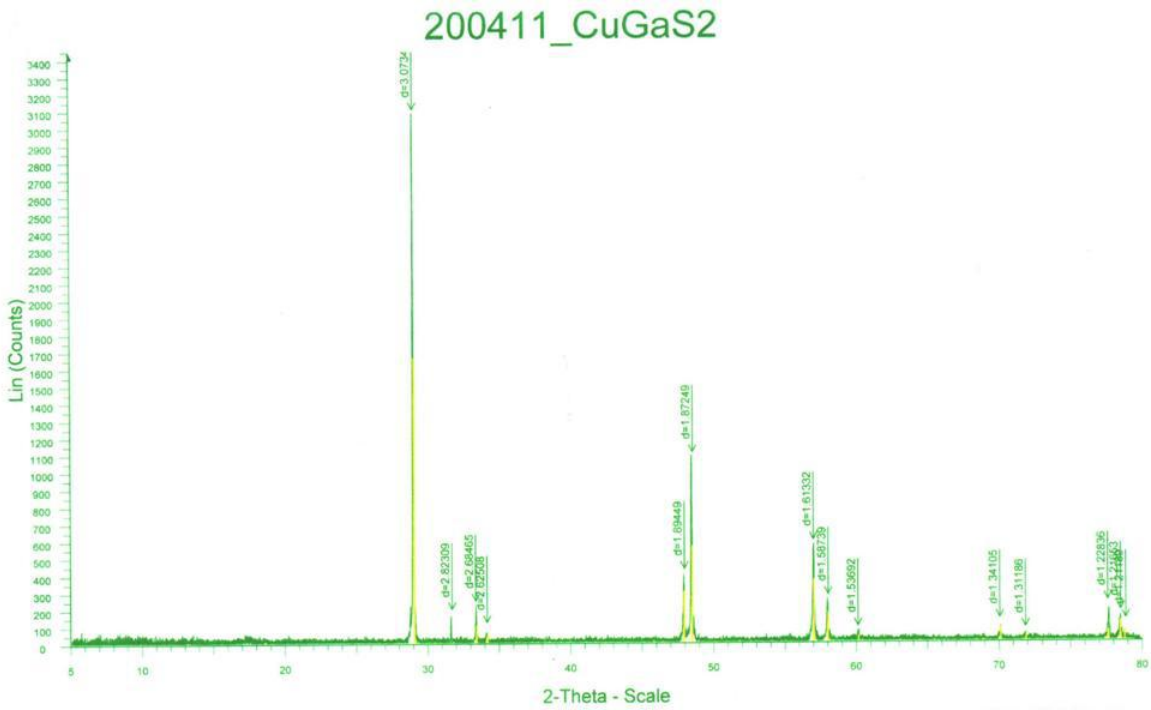
ELEKTRİK SAHƏSİNİN TƏSİRİ İLƏ $CuGaS_2$ MONOKRİSTALINDA YARANAN DÖYÜNƏN CƏRƏYAN

İ. QASIMOĞLU
Azərbaycan MEA-nın H.B.Abdullayev adına Fizika İnstitutu
BakI: şəh. Az-1143 , H. Cavid, 131E-mail:
gasimoglu@yahoo.com

Təcrübədə $CuGaS_2$ monokristalına verilən elektrik sahəsinin təsiri ilə yaranan cərəyanın spektrində döyünmə halı müşahidə olunmuşdur. Elektrik sahəsinin artmasına mütənasib olaraq yaranan rəqslər qruplar şəklində simmetrik olaraq təkrarlanır, cərəyanın qiymətində və spektrin istiqamətində dinamik artım müşahidə olunur. $CuGaS_2$ monokristalı: *p*-tip taraz yarımkeçirici (konpensə olunmuş) və müqaviməti kiçik (*R*=40 Om, *T*=300°K) olduğu üçün keçidlərin valent zonanın yuxarı hissəsi ilə akseptor mərkəzi arasında baş verdiyi bildirilir.

PACS: 61.80.Ed.
Açar sözlər: elektirik sahəsi, döyünən cərəyan, müqavimət, konsentrasiya.

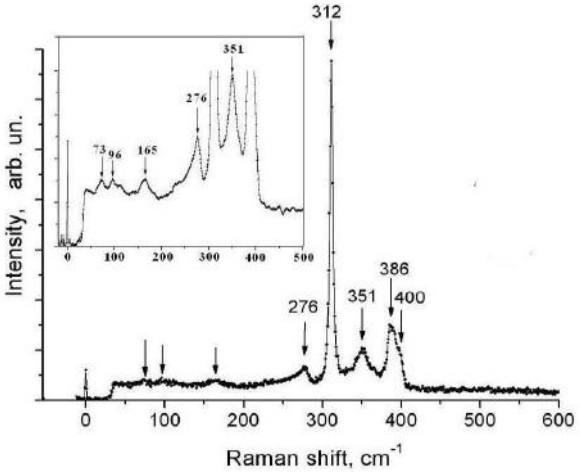
Son illər tədqiqatçılar tərəfindən, almazabənzər quruluşlu yarımkeçiricilərə maraq artmışdır [1]. Həmin qruplara daxil olan birləşmələrin bir qismi $A^1B^{III}C_2^{VI}A^1$ (Cu, Ag), B^{111} (Ga,İn); C^{V1} (S,Se,Te) ümumi formulası ilə ifadə olunur. Onlardan biri də $CuGaS_2$-dir. $A^{11}B^{VI}$ birləşmələrindən olan ZnS-in ikiqat elektron analoqudur. İlk dəfə Xan və əməkdaşları tərəfindən alınmışdır. Rentgen difraksiyası üsulu ilə aydın etmişlər ki, bu sinif birləşmələrin, demək olar ki, hamısı xalkopirit strukturunda kristallaşır və əksəriyyəti, o cümlədən, $CuGaS_2$ *p*-tip keçiriciliyə malikdir [2]. Düzgun kimyəvi quruluşdan kənara çıxmalar keçiriciliyin tipini dəyişmir. İstisna olaraq birləşmələrin bəziləri həm *p*-tip, həm də *n*-tip ola bilər [3]. Monokristallarda güclü ikiqat sınma müşahidə olunmuşdur ki, bu fiziki xassə qeyri-xətti optika üçün xüsusi əhəmiyyətə malikdir [4]. Tədqiqatlar nəticəsində məlum olmusdur ki, obyektlərdə atomlar arasındakı qarşılıqlı təsir zamanı, kovalent qüvvələr üstünlük təşkil edir [5]. Materialların üstün cəhətlərindən biri də ondan ibarətdir ki, bağlı zonanın (qadağan olunmuş zona) daxilində çoxlu sayda energetik səviyyələr mövcuddur. Bunlar passiv və aktiv rekombinasiya mərkəzləri, bir də yapışma mərkəzləridir [6]. Bu birləşmələr düzgün zona quruluşuna malikdir və mütləq ekstremumları, Brüllien zonasının Γ nöqtəsində yerləsir. $A^1B^{111}C_2^{V1}$ birləsmələrində iki mis atomu, iki qallium atomu ilə tetraedr əmələ gətirir, mərkəzdə isə kükürd atomu yerləşir. Zona quruluşunun ümumi mənzərəsi F.Həsimzadə tərəfindən tədqiq olunmuşdur [7].



Şəkil 1. $CuGaS_2$ monokristalında rentgen difraksiya spektri (300°K).

$CuGaS_2$ monokristalının sintezi: dünyada ilk defə iki temperaturlu alışma sintez üsulunun müəllifi C.T. Hüseynov tərəfindən bir saat müddətinə həyata keçirilmişdir. Təcrübəli texnoloqa minnətdarlığımızı bildiririk. Alınmaq üçün xam maddələr havası (10^{-3}mm.c.st tərtibdə) sorulmuş ampulalara doldurulur. Təmizlik dərəcələri aşağidakı

kimidir. Cu-99,999%, Ga-99,9999%, S-99,9999%. Maddələrin yetişdirilməsində Bridjmen-Stokbarqer üsulundan istifadə olunmuşdur. Yuxarı temperatur 1373°K , aşağı temperatur 973°K olmuşdur. Ampula qızdırıcı sistemin içərisinə 4mm/saat sürəti ilə hərəkət etmişdir. Reaksiya 40 saat davam etmisdir. Ampula soyuma və sabitləşmək üçün, söndürüldükdən 8 saat sonra sistemdən çıxarılmısdır. Nümunə ampuladan çıxarıldıqdan sonra səthi (M 14) karbid bor tozu ilə hamarlanmışdır. $HCl+HNO_3$ (1:1) məhlulunda 40 san. müddətinə kənar maddələrdən təmizlənmişdir. Sonra 40 san. distillə olunmuş suda yuyulmuşdur. Qizdırıcıdan 313°K-də 6-saat qurudulduqdan sonra çıxarılmışdır. Nümunənin otaq temperaturunda müqaviməti *R*=40 Om, ölçüləri isə 1x0,5x2 mm^3 tərtibindədir. Rentgen analizi göstərdi ki, aldığımız kristalın parametləri ədəbiyyatda olanlarla uyğunluq təşkil edir (şəkil 1).



Şəkil 2. $CuGaS_2$ monokristalında işığın Raman səpılməsi spektri (300K)

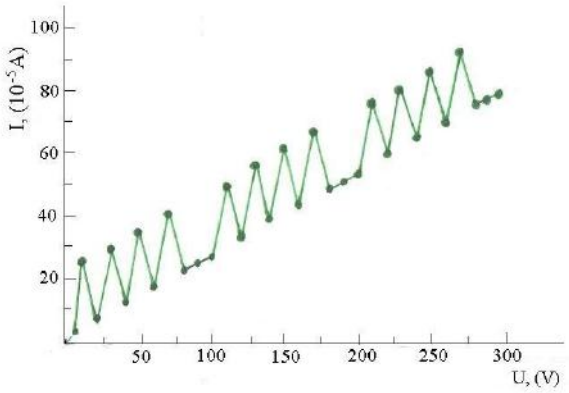
Raman spektrinin nəticələri də təsdiq edir ki, birləşmə düzgün kristallik quruluşa malikdir və yarımkeçiricidir (şəkil 2). Parametirləri isə belədir. *a=b*=5,36Å *C*=10,49 Å fəza simmetiriyası qrupu (42m)-dir.

Mövzunun aktuallığı: Yeni alinmış, az öyrənilmiş mürəkkəb tərkibli maddənin, $CuCaS_2$, fiziki parametirlərinin, praktik tədbiq üçün yararlı olduğu məlumdur. İkiqat analoqu ZnS-in ətraflı şəkildə öyrənilməsinə və praktikada geniş şəkildə tətbiq olunmasına baxmayaraq, $CuGaS_2$ monokristalının elektirik xassələrinin fundamental şəkildə araşdırılmasına böyük ehtiyac duyulur.

Məsələnin qoyuluşu. $CuGaS_2$ monokristalına kənar qüvvələrin (elektirik sahəsinin) təsirindən sonra dislokasiyaların yaranması və hərəkətliliyi hesabına deformasiya baş verir. Bu isə öz növbəsində kimyəvi əlaqənin (kovalent) qırılmasına gətirib çıxarır, çünki elastiki deformasiyanın qiyməti, dislokasiyaların miqdarından və hərəkət intensivliyindən asılıdır [8]. Deformasiya zamanı enerjinin yığılması, elektrik yüklərinin boşalmasına gətirib çıxarır [9]. Bu isə öz növbəsində səs və elektirik siqnallarının yayılmasını təmin etmiş olur. Biz bu siqnalları tədqiq etməklə atomlar arasında baş verən proseslərin təbiəti haqqında fikir irəli sürə biərik. Bu fiziki parametr, parametrik gücləndiricilərin, detektorların hazırlanmasında istifadə oluna bilər.

Təcrübənin aparılması: Volt-Amper xarakteristikasını ölçmək üçün, nümunəyə gümüş pasta ilə qoyulmuş kontakt, ölçülən temperatur intervalında omikdir. Elektrik sahəsi, nümunəyə sabit cərəyan mənbəyindən verilir (B5-50). Həmin sahə geniş intervalı əhatə edir (1-300v/sm). Hər 10V-dan bir cərəyanın qiyməti, mikrovoltnanoampermetrlə (ф-3017) ölçülür və qeyd olunur. Ölçülər otaq temperaturunda aparılmışdır.

Alınan nəticələrin müzakirəsi: $CuGaS_2$ monokristalında, Volt-Amper xarakteristikasını ölçərkən, sahənin təsiri ilə dinamik artan sabit amplitudları rezonans müşahidə etmiş oluruq (şəkil 3). Spektr 8-xətdən olan, təkrarlanan həndəsi rezonans elementləri paketindən ibarətdir.



Şəkil 3. $CuGaS_2$ monokristalında döyünən cərəyan spektri (300K)

Hər bir paketin, arasında doyma nöqtələrini müşahidə edirik. Bizə elə gəlir ki, bu qeyri-əsas yükdaşıyıcıların tam kompensasiya olması hesabına yaranır [10]. Bu hala uyğun rəqəmlərin tam olması, sabit artması, əlavə bir maraqlı hadisənin baş verdiyini göstərir. (100, 200, 300v). Üçqat birləşmələrin əsas xüsusiyyətlərindən biri, aşqar atomların keçiricilikdə fəal iştirak etməsidir. Bu tip kristallarda defektlərin keçiricilikdə rolu danılmazdır. Makroskopik sxemlərdə rezonans onda alınır ki, xarici sahənin tezliyi ilə rəqs konturunun tezliyi *ώ* üst-üstə düşsün, sabit qalsın [11]. Bu zaman kondensator lövhələri arasında tutumu dəyişməklə konturu idarə etmək olur. Kvant fizikasında isə, xüsusi halda, $CuGaS_2$ monokristalında valent zonanın yuxarısı ilə akseptor mərkəzi arasında mövcud olan tutum, Fermi səviyyəsinin yuxarı və aşağı hərəkəti zamanı dəyişə bilər [12]. Bu isə xarici sahənin qiyməti artdıqca, akseptorların konsentrasiyasında baş verən dəyişmələrdən irəli gəlir. Yəni, konsentrasiyadan asılı olaraq Fermi səviyyəsi tutumu, o isə, öz növbəsində, aktiv müqaviməti dəyişdirir. Müqavimətin dəyişməsi isə sahənin artmasına uyğun cərəyanın qiymətini dəyişdirir. Cərəyanın qiymətinin sabit olaraq artıb-azalması, döyünməsi, gərginliyin və cərəyanın fazasının üst-üstə düşməsindən irəli gəlir, və yekun dalğa sıfıra bərabər olur [13]. Ona görə də deyilən iki səviyyə arasındakı tutum müqaviməti birbaşa xarici sahədən asılı olur. Müqavimətin dəyişməsinə uyğun cərəyanın qiyməti sinisoidal formada dəyişir. Elektirik sahəsinin təsiri ilə yaranan döyünən cərəyanın spektirinin simmetrik təkrarlanması, cərəyanın qiymətində, spektrin istiqamətində dinamik artımın müşahidə olunması cox az təsadüf olunan effektdir, tətbiq üçün maraqlıdır. Sabit elektrik sahənin təsiri ilə yaranan rezonans xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Yekun nəticə: $CuGaS_2$ monokristalına kənar qüvvələrin, elektirik sahəsinin təsirindən sonra alınan nəticədən

parametrik səs, elektirik gücləndiricilərinin, deteknorların hazırlanmasında istifadə etmək olar. Beləliklə, maşınların, motorların, təyyarələrin hərəkətli hissələrində və hərəkət edən çatların və dislokasiyaların yerdəyişməsi və hərəkəti hesabına meydana çıxan siqnalları qeyd etməklə, metalların işlək hissələrində onların keyfiyyətinə nəzarət mexanizmi qurmağın mümkün olduğunu hesab edirik.

Həmçinin, praktik tətbiq zamanı yer qabığının dərinliklərində baş verən dislokasiyalardan yaranan və ətrafa yayılan seysmik siqnalları qeyd edə bilən cihazların hazırlanmasını da nəzərdə tuturuq [14].

---

[1] *H. Hahn, G. Frank, W. Klinger, A.D. Meyer, G.G. Stroger.* Ianogan, Allgem, chem., 1953, 271, 153.

[2] *B.L. Tell, I. Shay and H. Kasper.* Journal of Appl. Phys., 1972, v. 43, N5.

[3] *G.D. Boyd, H.Mc. Kasper*. JH McFee Quantum Electronics, IEEE Journal of 7 (12), 1971, 563-573.

[4] *L.И. Бергер, Ф.Э.Балневская.* Неорганические материалы том III, 1966, N8. стр 1514-1515.

[5] *А.И. Дирочка, Г.С. Иванова, Л.Н. Курбатов, Е.В. Синицын, Ф.Ф. Харахорин, Е.Н. Холина.* ФТП, 1975, том 9, в. 6, ст.1128-1132.

[6] *Д.Т. Гусейнов, Т.К. Касумов.* Az. Elmlər Akademiyasının Xəbərləri, fizika-texnika və riyaziyyat elmləri seriyası, N6, 1976.ст.105-107.

[7] *Ф.М.Гашимзаде.* ФТТ, 5, 1199,1963; *А.А.Вайнолин, Ф.М. Гашимзаде, Н.А. Горюнова, Ф.П.Касаманлы, Д.Н.Наследов, Э.О.Османов, Ю.В.Рудь*. Изв. АН ССР, сер.физ., 1964, 28, 1085.

[8] *С.А. Ахманова.* Квантовая электроника. М 1969.

[9] *Д.Н. Лангенберг, Д.Дж. Сколалино, Б.Н. Тейлор.* ФТТ.вып.8. 1972 стр.140-155.

[10] *Я.А. Федотов.* Основы физики полупроводниковых приборов. М.1964.

[11] *Р.Г. Родес.* Несовершенство и активные центры в полупроводниках.М.1968.

[12] *М.Косевич.* Основы механики кристаллической решетки. М.1972.

[13] *Ч. Уэрт, Р. Томсон.* Физика твердого тела. М.1966.

[14] *А.Л. Бучаченко.* УФН. 2014, том184.№1 стр 101-108.

I. Kasumoglu

PULSING CURRENT UNDER INFLUENCE OF ELECTRIC FIELD IN $CuGaS_2$ SINGLE CRYSTAL

Pulsing current under influence of electric field in $CuGaS_2$ single crystal was observed. The observed oscillations are repeated symmetrically in groups, current increases dinamically. $CuGaS_2$ single crystal is p-type and compencated semiconductor and the transitions occurrs between the valence band top and acceptor centres by the reason of low resistance (R=40 Om , T=300°K).

И. Касумоглу

ПУЛЬСИРУЮЩИЕ ТОКИ ОБРАЗОВАННЫЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В МОНОКРИСТАЛЛАХ $CuGaS_2$

Воздействием электрического поля на монокристалы $CuGaS_2$ пропорционально полю наблюдается динамический рост тока. В монокристаллах $CuGaS_2$ низкоомная компенсированная проводимость *p*-типа. По этому, переходы происходят между вершинами валентной зоны и акцепторными уровнями

Qəbul olunma tarixi: 15.07.2014

FİZİKİ TERMİNLƏR VƏ İFADƏLƏR

A.İ. MUXTAROV
BDU, Z. Xəlilov, 23

M.A. MUXTAROV
AMEA-nın Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu
Baki şəh., F. Ağayev küç, 9.

T.R. MEHDİYEV, K.B. QURBANOV, E.A. AXUNDOVA, N.A. AXUNDOVA, N.İ. HÜSEYNOVA, S.İ.ƏLİYEVA, E.Ə. ƏLƏSGƏROVA
AMEA, akademik H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu
Az-1143, Bakı şəhəri, H. Cavid pr.,33.

B

b0001	babbit	babbit	баббит
b0002	Babin kompensatoru	Babinet's compensator	компенсатор Бабине
b0003	Babin teoremi	Babin theorem	теорема Бабина
b0004	Babin-Soleyl kompensatoru	Babin-Soleil compensator	компенсатор Бабина -Солейля
b0005	bağlanma, örtülmə (örtmə), obtürator	shutter	затвор (фотоаппарата), обтюратор (киноаппарата)
b0006	bağlanmış aerostat	captive ballon	привязной аэростат
b0007	bağlanmış nov (oynaq)	enclosed slot	закрытый паз
b0008	bağlayan	flap	закрылок
b0009	bağlı elektrik yükü	bound charge	связанный заряд
b0010	bağlı maqnetizm	connected magnetism	связанный магнетизм
b0011	bağlı uc	closed end	закрытый конец, глухой
b0012	bağlı vibrator	bound dipole	связанный вибратор
b0013	bakda aydınlaşdırma	tank development	проявление в баке
b0014	bakelitlər	bakelites	бакелиты
b0015	Bak-Paşen effekti	Back Pashen effect	эффект Бака-Пашена
b0016	balans modulyatoru	balanced modulator	балансный модулятор
b0017	balansir	balancer	балансир
b0018	balanslı cərəyan sistemi	current balance system	балансная токовая система
b0019	balanslı modulyasiya	balanced modulation	балансная модуляция
b0020	Ball izolyatoru	Ball insulator	изолятор Балля
b0021	ballast lampa, baretter	ballast lamp, baretter, ballast tube	балластная лампа, бареттер
b0022	ballast müqaviməti	ballast resistance	балластное сопротивление
b0023	ballast reostatı	ballast rheostat	реостат балластный
b0024	ballistik dalğa	ballistic wave	баллистическая волна
b0025	ballistik əmsal	ballistic coefficient	баллистический коэффициент
b0026	ballistik əyri	ballistic curve	баллистическая кривая
b0027	ballistik külək	ballistic wind	баллистический ветер
b0028	ballistik metod	ballistic method	баллистический метод
b0029	ballistik ölçü	ballistic measurement	баллистическое измерение
b0030	ballistik ölçü metodu	ballistic measuring method	баллистический метод измерения
b0031	ballistik qalvanometr	ballistic galvanometer	баллистический гальванометр

b0032	ballistik rəqqas	ballistic pendulum	баллистический маятник
b0033	ballistik sabit	ballistic constant	баллистическая постоянная
b0034	ballistik temperatur	ballistic temperature	баллистическая температура
b0035	ballistik uçuş	ballistic flight	баллистический полет
b0036	ballistik üsul	ballistic method	баллистический способ
b0037	ballistika	ballistics	баллистика
b0038	balloelektrik yükü	balloelectrical charge	баллоэлектрический заряд
b0039	Balmer dekrementi	Balmer decrement	бальмеровский декремент
b0040	Balmer düsturu	Balmer formula	формула Бальмера
b0041	Balmer kontiniumu, silsiləsi	Balmer continuum	бальмеровский континуум
b0042	Balmer seriyası	Balmer series	серия (спектральная) Бальмера
b0043	Balmer sıçrayışı	Balmer jump	бальмеровский скачок
b0044	balometrik metod	balometric method	метод болометрический
b0045	balon	bulb	баллон
b0046	balon-zond	weather-balloon	баллон-зонд
b0047	banan diffuziyası	banana diffusion	банановая диффузия
b0048	Banax fəzası	Banach space	банахово пространство
b0049	bar, reaktiv volt-amper	bar; var	бар; вар, вольт-ампер реактивный
b0050	barabanlı lövbər	drum armature	барабанный якорь
b0051	barabanlı reostat	drum rheostat	барабанный реостат
b0052	baroklin modeli	baroclinic model	бароклинная модель
b0053	Barbey iksometri	Barbey ixometer	Барбея иксометр
b0054	Barda birləşdiricisi	Borda's mouthpiece	насадка Барда
b0055	baretter	ballast lamp, baretter	бареттер
b0056	barigiroskop	barium gyroscope	баригироскоп
b0057	barik qradient	atmospheric pressure gradient	барический градиент, градиент давления, барометрический градиент
b0058	barik qradient qüvvəsi	pressure-gradient force	сила барического градиента
b0059	barik sistem	pressure system	барическая система
b0060	barik tendensiya	pressure tendency	барическая, барометрическая тенденция
b0061	barik yal, təpə	pressure ridge	барический гребень
b0062	barimərkəz	barycenter	барицентр
b0063	barimərkəz əksetməsi	barycentric mapping	барицентрическое отображение
b0064	barimərkəz koordinatları	barycentric coordinates	барицентрические координаты
b0065	barion	baryon	барион
b0066	barion yükü, barion ədədi	baryon number	барионный заряд, барионное число
b0067	barium	barium	барий
b0068	barium katodu	barium cathode	бариевый катод
b0069	barium lampası	barium lamp	бариевая лампа
b0070	barium şüşəsi	barium glass	бариевое стекло
b0071	barium titanatı	barium titanate	титанат бария
b0072	Barkhauzen effekti	Barkhausen effect	эффект Баркгаузена
b0073	Barkhauzen düsturu	Barkhausenformula	формула Баркгаузена
b0074	Barkhauzen-Kurs rəqsləri	Barkhausen-Kurz fluctuations	колебания Баркгаузена-Курца
b0075	Barlou çarxı	Barlow's wheel	Барлоу колесо
b0076	barn	barn	барн

b0077	Barnard ulduzu	Barnard star	звезда Барнарда
b0078	Barnet effekti	Barnet effect	эффект Барнета
b0079	Barnet təcrübəsi	Barnet experiment	опыт Барнета
b0080	Barnett effekti	Barnett effect	эффект Барнетта
b0081	baroklin atmosferi	baroclinic atmosphere	бароклинная атмосфера
b0082	baroklin dalğası	baroclinic wave	бароклинная волна
b0083	baroklin dayanıqsızlığı	baroclinic instability	бароклинная неустойчивость
b0084	baroklinlik	baroclinity	бароклинность
b0085	baromanometr	bar manometer	бароманометр
b0086	barometr	barometer	барометр
b0087	barometrdə termometr	attached thermometer	термометр при барометре
b0088	barometrik nivelirləmə	barometric leveling	барометрическое нивелирование
b0089	barometrik boru	barometric pipe, barometer tube	барометрическая трубка
b0090	barometrik düstur	barometric height formula	барометрическая (гипсометрическая) формула
b0091	barometrik hündürlük	pressure altitude	барометрическая высота
b0092	barometrik hündürlük ölçən	pressure altimeter	барометрический высотомер
b0093	barometrik kamera	altitude chamber, pressure chamber	барометрическая камера
b0094	barometrik manometr	barometric manometer	барометрический манометр
b0095	barometrik qradiyent	baric [barometric pressure] gradient	барометрический градиент
b0096	barometrik sabit	barometric constant	барометрическая постоянная
b0097	barometrik sütun	barometrical column	барометрический столб
b0098	asmosfer təzyiqi	atmospheric pressure, atmosphere	атмосферное (барометрическое) давление, атмосфера
b0099	barometrik təzyiq	barometric pressure	барометрическое давление
b0100	baroqraf	barograph	барограф
b0101	baroqramma	barogram	барограмма
b0102	baroskop	baroscope	бароскоп
b0103	barotermoqraf	barothermograph	баротермограф
b0104	barotrop atmosfer	barotropic atmosphere	баротропная атмосфера
b0105	barotrop dalğa	barotropic wave	баротропная волна, баротропное возмущение
b0106	barotrop dayanıqsızlıq	barotropic instability	баротропная неустойчивость
b0107	barotropik model	barotropic model	баротропная модель
b0108	barotropluq	barotropy	баротропность
b0109	baş (əsas) əyrilik mərkəzi	center of principal curvature	центр главной кривизны
b0110	baş (əsas) müstəvi	principal plane	главная плоскость
b0111	baş (əsas) ox	principal axis, major axis	главная ось
b0112	baş deformasiya	principal strain	главная деформация
b0113	baş diafraqma	principal diaphragm	главная диафрагма
b0114	baş diaqonal	principal diagonal	главная диагональ
b0115	baş əyrilik	principal curvature	главная кривизна
b0116	baş fokus	principal focus	главный фокус
b0117	baş kəsik	principal profile	главное сечение
b0118	baş kvant ədədi	principal quantum number, charge number	главное квантовое число
b0119	baş müstəvi (əsas müstəvi)	principal plane	главная плоскость
b0120	baş normal	principal normal	главная нормаль

b0121	baş ox	principal axis	главная ось
b0122	baş siklon (qasırğa, boran)	primary depression	главный циклон
b0123	baş valentlik	principal valency	главная валентность
b0124	baş xətt	head line	главная линия
b0125	başlanğic (çıxış) nuklid	parent rmclide	исходный нуклид
b0126	başlanğıc (sıfırıncı) nöqtənin yerdəyişməsi	zero shift	смещение нулевой точки
b0127	başlanğıc aşağı düşmə (enmə)	initial reduction	понижение начальное
b0128	başlanğıc deformasiya	initial strain	начальная деформация
b0129	başlanğıc elektrik yükü	initial charge	начальный заряд
b0130	başlanğıc faza	initial phase	начальная фаза
b0131	başlanğıc gərginlik	initial stress, initial voltage	начальное напряжение
b0132	başlanğıc hal	initial state, reference state, start state	начальное состояние
b0133	başlanğıc həddd	initial term	начальный член
b0134	başlanğıc kəmiyyət	initial value	начальная величина
b0135	başlanğıc kənara çıxma	initial deviation	начальное отклонение
b0136	başlanğıc maqnit nüfuzluğu	initial permeability	начальная магнитная проницаемость
b0137	başlanğıc məsələ	initial value problem	начальная задача
b0138	başlanğıc nöqtə	starting point, breakover point	начальная точка
b0139	başlanğıc paylanma	initial distribution	начальное распределение
b0140	başlanğıc qiymət	initial value	начальное значение
b0141	başlanğıc şərt	initial condition	начальное условие
b0142	başlanğıc sürət	initial rate	начальная скорость
b0143	başlanğıc sürtünmə	initial friction	начальное трение
b0144	başlanğıc temperatur	initial temperature	первоначальная температура
b0145	başlanğıc təzyiq	initial pressure	начальное давление
b0146	başlanğıc, çıxış nöqtəsi	origin	начало, исходная точка
b0147	başlı sayğac	end-window counter	торцевой счётчик
b0148	basma nasos	inflator, delivery pump, discharge pump, force pump, pressure pump	нагнетательный насос
b0149	batalumlu qetter	batalum getter	баталовый геттер
b0150	batareya lampası	battery tube	батарейная лампа
b0151	batareya, cərəyanın kimyəvi mənbəyi	battery	батарея, химический источник тока
b0152	bataviya damcısı	batavskaya slezka	батавская слезка
b0153	batırılan elektrod	dipping electrode	погружной электрод
b0154	batırılan refraktometr	dipping refractometer	погружной рефрактометр
b0155	batırılan termocüt	immersion thermocouple	погружная термопара
b0156	batoxrom effekti	bathochromic effect	батохромный эффект
b0157	Bauer ventili	Bauer gate	вентиль Бауэра
b0158	Bauşinger effekti	Bauschinger's effect	эффект Баушингера
b0159	Baux transformatoru	Bauh transfomer	трансформатор Бауха
b0160	Baven oxşarı, bənzəri	Baveno twin	Бавенский двойник
b0161	bayt	byte	байт
b0162	bay-u	bai-u	бай-у
b0163	baza	base	база
b0164	baza cərəyanı	base current	базовый ток

b0165	baza diffuziyası	base diffusion	базовая диффузия
b0166	baza elektrodu	base electrode	базовый электрод, электрод базы
b0167	baza mərkəzlənmiş şəbəkə	base-centered lattice	базоцентрированная решетка
b0168	baza müqaviməti	base resistance	базовое сопротивление, сопротивление базы
b0169	baza oblastı	base region	базовая область
b0170	baza qeyd dəftəri	base register	базовый регистр
b0171	baza təbəqəsi	base layer	базовый слой
b0172	baza ünvanı	base address	базовый адрес
b0173	bazanın effektiv qalınlığı	effective base width	эффективная толщина базы
b0174	bazanın qalınlığı (eni)	base width	толщина (ширина) базы
b0175	bazanın qalınlığının (eninin) modulyasiyası	base thickness modulation	модуляция толщины (ширины) базы
b0176	bazanın yükü	base charge	заряд базы
b0177	bazanın zaman sabiti	base time constant	постоянная времени базы
b0178	bazis	basis	базис
b0179	bazis fəzası	base space	базисное пространство
b0180	bazis rənglənməsi	basic coloration	базисная окраска
b0181	bazis vektorları	basic vectors	базисные векторы
b0182	bəbək refleksi	pupillary reflex	зрачковый рефлекс
b0183	bəbək, göz bəbəyi	pupil	зрачок (глазной)
b0184	bədrlənmiş (tam) Ay	full moon	полная Луна , полнолуние
b0185	Bek effekti	Bek effect	эффект Бека
b0186	Bekke zolağı	Becke's line	полоска Бекке
b0187	Bekkerel effekti	Becquerel effect	Беккереля эффект
b0188	Bekkerel qanunu	Becquerel law	закон Беккереля
b0189	Bekkerel şüası	Becquerel ray	луч Беккереля
b0190	Bekman termometri	Bekman thermometer	термометр Бекмана
b0191	Bekman yenidən qruplaşması	Beckmann rearrangement	перегруппировка Бекмана
b0192	Bellini-Tozi antennası	Bellini — Tosi antenna	антенна Беллини -Този
b0193	belonit	belonite	белонит
b0194	bənd	catch	закреп
b0195	Bendorf elektrometri	Bendorf electrometer	электрометр Бендорфа
b0196	Benediks effekti	Benediks effect	эффект Бенедикса
b0197	bənövşəyi fəlakət	violet catastrophe	фиолетовая катастрофа
b0198	bənövşəyi şüa	violet ray	фиолетовый луч
b0199	bənövşəyi yerdəyişmə	blue shift	фиолетовое смещение
b0200	Benson üsulu	Benson method	способ Бенсона
b0201	Benua şkalası	Benua scale	шкала Бенуа
b0202	bənzər bitişmə (qovuşma)	contact twin	двойник срастания
b0203	bənzər cücərmə (göyərmə)	penetration twin	двойник прорастания
b0204	ber	rem	бэр
b0205	Ber funksiyası	Baire function	функция Бэра
b0206	Ber qanunu	peer's law	закон Бера
b0207	bərabər dəyişən sürətli hərəkət	uniformly variable motion	равномерно переменное движение
b0208	bərabər fazalı zona	equiphase zone	равнофазная зона
b0209	bərabər hündürlük	equal altitude	равная высота
b0210	bərabər hündürlüklər metodu	method of equal altitude	метод равных высот

b0211	bərabər közərtmənin interferensiya zolağı	interference fringe of equal inclination	интерференционная полоса равного наклона
b0212	bərabəroxlu kristal	equiaxed crystal	равноосный кристалл
b0213	bərabər paylanma	equidistribution, equipartition, uniform distribution	равное распределение
b0214	bərabər paylanma qanunu	equidistribution law	закон равномерного распределения
b0215	bərabər paylanmış yük	uniformly distributed load	равномерно распределенная нагрузка
b0216	bərabər qalınlıqlı əyrilər	equal-gauge contours	кривые равной толщины
b0217	bərabər qalınlıqlı interferensiya zolağı	interference fringe of equal thickness	интерференционная полоса равной толщины
b0218	bərabərsürətli fırlanma	uniform rotation	равномерное вращение
b0219	bərabər tərəfli üçbucaq	equilateral triangle	равносторонний треугольник
b0220	bərabəryanlı üçbucaq	isosceles triangle	равнобедренный треугольник
b0221	bərabərçiyinli ling	equal-arm	равноплечий рычаг
b0222	bərabərləşdirici	equalizer, leveler	уравнитель
b0223	bərabərləşdirici impuls	equalizing pulse	уравнивающий импульс
b0224	bərabərləşdirici makara	balance coil	уравнительная катушка
b0225	bərabərləşdirici şüşə qab	levelling bottle	уравнительная склянка
b0226	bərabərlik	equality	равенство
b0227	bərabərsizlik	inequality	неравенство
b0228	bərabərsürətli hərəkət	uniform motion	равномерное движение
b0229	bərabəryanlı hiperbola	rectangular hyperbola, equilateral hyperbola	равнобочная гипербола
b0230	bərabəryanlı trapesiya	isosceles trapezoid	равнобочная трапеция
b0231	Berek kompensatoru	Berek compensator	компенсатор Берека
b0232	berillium	beryllium	бериллий
b0233	bərk şüa	hard beam	твердый луч
b0234	bərk bağlanmış nöqtə	death point	мёртвая точка
b0235	bərk cisim	solid	твёрдое тело
b0236	bərk cisim elektronikası	solid-state electronics	электроника твердого тела
b0237	bərk cisim fizikası	solid-state physics	физика твёрдого тела
b0238	bərk cisim lazeri	solid-state laser	твердотельный лазер
b0239	bərk cisim mazeri	solid-state maser	твердотельный мазер
b0240	bərk cisim sxemi	solid-state circuit	твердотельная схема
b0241	bərk cisimlər plazması	solid-state plasma	плазма твёрдых тел
b0242	bərk dielektrik	solid dielectric	твёрдый диэлектрик
b0243	bərk faza	solid phase	твёрдая фаза
b0244	bərk fazada diffuziya	solid diffusion	диффузия в твёрдой фазе
b0245	bərk fazalı polikondensasiya	solid-phase polycondensation	твердофазная поликонденсация
b0246	bərk fazalı polimerizasiya	solid-phase polymerization	твердофазная полимеризация
b0247	bərk fazalı reaksiya	solid-phase reaction	твердофазная реакция
b0248	bərk hal	solid state	твёрдое состояние
b0249	bərk halda həll olunma qabiliyyəti	solid solubility	растворимость в твёрдом состоянии
b0250	bərk həlledici	solid solvent	твердый растворитель
b0251	bərk maddə	solid substance	твёрдое вещество
b0252	bərk məhlul	solid solution	твердый раствор
b0253	bərk oksidləşdirici	solid oxidizer	твёрдый окислитель

b0254	bərk olmayan rotator	nonrigid rotator	нежёсткий ротатор
b0255	bərk sistem	solid system	твердая система
b0256	bərk xəlitə	hard alloy	твердый сплав
b0257	bərk yanacaq	solid fuel	твёрдое топливо
b0258	bərk zərrəcik	solid particle	твёрдая частица
b0259	berkelium	berkelium	беркелий
b0260	bərkidən	hardener	отвердитель, отверждающий реагент
b0261	bərkimə	hardening; solidification	отвердевание, твердение, затвердевание
b0262	bərkimə istiliyi	heat of solidification	теплота затвердевания
b0263	bərkimə nöqtəsi	solidification point, point of fixation	точка затвердевания
b0264	bərkimə temperaturu	solidification temperature	температура затвердевания
b0265	bərkimə zamanı sıxılma	solidification shrinkage	усадка при затвердевании
b0266	bərkimiş şüşə	prestressed glass, tempered glass, toughened glass	стекло закаленное
b0267	bərkitmə nöqtəsi	pinning point	точка закрепления
b0268	bərkitmə temperaturu	hardening temperature	температура твердения, температура затвердевания, температура закалки
b0269	bərkiyən kütlə	induration mass	масса затвердевания
b0270	bərklik	hardness	твердость, жесткость (воды)
b0271	berklium	berkelium	берклий
b0272	bərkliyə nəzərən sınama	hardness test	испытание на твёрдость
b0273	Bernşteyn teoremi	Bernstein's theorem	теорема Бернштейна
b0274	Bernulli ədədi	Bernoulli's number	число Бернулли
b0275	Bernulli tənliyi	Bernoulli equation	уравнение Бернулли
b0276	Bernulli teoremi	Bernoulli's theorem	теорема Бернулли
b0277	bərpa edən	reducing agent	восстановитель
b0278	bərpaedici dalğa	reduction wave	волна восстановления
b0279	bərpa edilmə vaxtı	recovery time	время восстановления
b0280	bərpa edilməmiş antiferromaqnetizm	uncompensated antiferromagnetism	нескомпенсированный антиферрромагнетизм
b0281	bərpa əmsalı	coefficient of restitution	коэффициент восстановления
b0282	bərpa olunma müddəti	building-up time	время нарастания (например, импульса)
b0283	bərpa polyarizasiyası	reduction polarization	поляризация восстановления
b0284	bərpaedici alov	reducing flame	восстановительное пламя
b0285	bərpaedici atmosfer	reducing atmosphere	восстановительная атмосфера
b0286	bərpaedici qüvvə	restoring force	восстанавливающая сила
b0287	bərpaedici zəncir	reducing chain (circuit)	восстановительная цепь
b0288	bərpaedilmə	renewal; recovery	восстановление
b0289	Berqman borusu	Bergman tube	Бергмановская трубка
b0290	Berqman seriyası	Bergman series	серия Бергмана
b0291	berillium yavaşıdıcılı reaktor	beryllium moderated reactor	реактор с бериллиевым замедлителем
b0292	Bertranın oxşarlıq qanunu	Bertran law of similarity	закон подобия Бертрана
b0293	beşbucaqlı	pentagon	пятиугольник
b0294	beşbucaqlı ədədlər	pentagonal numbers	пятиугольные числа
b0295	bəsit maddə	elementary substance	простое вещество
b0296	beşlik sistem	quinary system	пятеричная система

b0297	Bessel bərabərsizliyi	Bessel inequality	неравенство Бесселя
b0298	Bessel funksiyası	Bessel function	функция Бесселя
b0299	Bessel ili	Besselian year	бесселев год
b0300	Bessel tənliyi	Bessel equation	уравнение Бесселя
b0301	Besselin modifikasiya edilmiş funksiyası	modified Bessel function	модифицированная функция Бесселя
b0302	beştəbəqəli diod	five-layer diode	пятислойный диод
b0303	beta-bürünc	beta brass	бета-латунь
b0304	beta-çevrilmə	beta transition	бета-превращение
b0305	beta-çevrilmə elektronu	beta-decay electron	электрон бета-распада
b0306	beta-dağılma	beta decay	бета-распад
b0307	beta-dəmir	beta-iron	бета-железо
b0308	beta-funksiya	beta function	бета-функция
b0309	beta-qalınlıqölçən	beta-ray thickness gauge	бета-толщиномер
b0310	beta-spektr, beta-şüalanma spektri	beta-ray spectrum	бета-спектр, спектр бета-излучения
b0311	beta-spektrometr	beta-ray spectrometer	бета-спектрометр
b0312	beta-spektroskopiya	beta-ray spectroscopy	бета-спектроскопия
b0313	beta-şüalandıran	beta emitter	бета-излучатель
b0314	beta-şüalar spektri	specta of beta rays	спектры бета-лучей
b0315	beta-şüaları	beta rays	бета-лучи
b0316	betatron	betatron	бетатрон
b0317	beta-zərrəcik	beta particle	бета-частица
b0318	Betti ədədi	Betti number	число Бетти
b0319	Betti qrupu	Betti group	группа Бетти
b0320	Betti-Maksvel teoremi	Betty-Maxwell theorem	теорема Бетти-Максвелла
b0321	Beverec antennası	Beveredge antenna	антенна Бевереджа
b0322	Beyer qanunu	Beer law	закон Беера
b0323	beynəlxalq amper	international ampere	международный ампер
b0324	beynəlxalq anqstrem	international Angstroem unit	международный ангстрем
b0325	beynəlxalq metr	international metre	международный метр
b0326	beynəlxalq nümunəvi (əsl) kiloqram	International prototype kilogram	международный прототип килограмма
b0327	beynəlxalq om	international ohm	международный ом
b0328	beynəlxalq şam	international candle	международная свеча
b0329	beynəlxalq simmetriya işarəsi	international symmetry symbol	международный символ симметрии
b0330	beynəlxalq vahid	international unit	международная единица
b0331	beynəlxalq vahidlər sistemi	international system of units	международная система единиц (СИ)
b0332	beynəlxalq vatt	international watt	международный ватт
b0333	beynəlxalq volt	international volt	международный вольт
b0334	beynit	bainite	бейнит
b0335	beynitli çevrilmə	bainite transformation	бейнитное превращение
b0336	Beys teoremi	theorem of Bayes	теорема Бейса
b0337	Beys-Ballo qanunu	Beys-Ballow law	Бейс-Балло закон
b0338	bezmen	steelyard	безмен
b0339	Bezu teoremi	remainder theorem, theorem of remainder	теорема Безу
b0340	bielektroliz	bielectrolysis	биэлектролиз
b0341	bifilyar (iki ipli) asqı	bifilar suspension	подвес бифилярный

b0342	bifilyar dolaq	bifilar winding	бифилярная обмотка
b0343	bifilyar makara	bifilar coi	бифилярная катушка
b0344	bifilyar maqnetometr	bifilar magnetometer	бифилярный магнитометр
b0345	bifilyar sarğı	bifi'lar winding, bifilar coil	бифилярная обмотка
b0346	bifimer asqı	bifidimension suspension	бифимерный подвес
b0347	bifokuslu linza	bifocal lens	бифокальная линза
b0348	biharmonik funksiya	biharmonic function	бигармоническая функция
b0349	bikomplekt mühit	bicomplex medium	бикомплектная среда
b0350	bikonik rupor	biconical horn	биконический рупор
b0351	bikvadrat	biquadrate	биквадрат
b0352	bikvars	biquartz	бикварц
b0353	bilavasitə	direct	непосредственный
b0354	bilavasitə analitik davametmə	direct analytic continuation	непосредственное аналитическое продолжение
b0355	bilavasitə görmə spektroskopu	direct-vision spectroscope	спектроскоп прямого зрения
b0356	bilavasitə hesablama spektrometri	direct-reading spectrometer	спектрометр с непосредственным отсчетом
b0357	bilavasitə kənaraçıxma metodu	direct deflection method	метод непосредственного отклонения
b0358	bilavasitə ölçü	direct measurement	измерение непосредственное
b0359	bilavasitə qarşılıqlı təsir	indirect interaction	непосредственное взаимодействие
b0360	bilavasitə qızdırılan termistor	direct-heated thermistor	термистор с прямым подогревом
b0361	bilavasitə qızdırma	direct heating	непосредственное нагревание
b0362	bilavasitə birləşdirilmiş, bilavasitə əlaqəli	direct coupled	непосредственно соединённый, непосредственно связанный
b0363	bilavasitə seçmə (ayırma)	direct access	непосредственная выборка
b0364	bilavasitə təsir	direct action	непосредственное действие
b0365	bimetallı məftil	bimetallic wire	биметаллический провод
b0366	bimetallı tənzimçi	bimetal regulator	биметаллический регулятор
b0367	bimetallı termometr	bimetal thermometer	биметаллический термометр
b0368	bimolekulyar reaksiya	bimolecular reaction	бимолекулярная реакция
b0369	binant elektrometr	binant electrometer	бинантный электрометр
b0370	binar birləşmələr	binary joints	бинарные соединения
b0371	binar elektroliti	binary electrolyte	бинарный электролит
b0372	binar fərziyyə	binary hypothesis	бинарная гипотеза
b0373	binar məhlul	binary solution	бинарный раствор
b0374	binar qarışıqlar	binary mixture	бинарные смеси
b0375	binar xəlitələr	binary alloys	бинарные сплавы
b0376	binaural effekt	binaural effect	бинауральный эффект
b0377	binistr	binister	бинистр
b0378	binodal əyri	binodal curve	бинодальная кривая
b0379	binokulyar görmə	binocular vision	бинокулярное зрение
b0380	binokulyar mikroskop	binocular microscope	бинокулярный микроскоп
b0381	binom düsturu üzrə ayırma	binomial expansion	разложение по формуле бинома
b0382	binomial əmsal	binomial coefficient	биномиальный коэффициент
b0383	binomial paylanma	binomial distribution	биномиальное распределение
b0384	binomial sıra	binomial series	биномиальный ряд
b0385	binormal	binomial	бинормаль
b0386	binormal vektoru	binomial vector	вектор бинормали

b0387	bünövrə sahəsi	area of base	площадь основания
b0388	bünövrənin (özülün) daxili müqaviməti	internal base resistance	внутреннее сопротивление базы
b0389	Binqam düsturu	Bingham formula	формула Бингама
b0390	bioiqlimşünaslıq	bioclimatology	биоклимотология
b0391	bioiqlim	bioclimate	биоклимат
b0392	Bio qanunu	Bio law	закон Био
b0393	bioenergetika	bioenergetics	биоэнергетика
b0394	biofil element	biophile element	биофильный элемент
b0395	biofizika	biophysics	биофизика
b0396	biokimya	biochemistry	биохимия
b0397	biokolloid	biocolloid	биоколлоид
b0398	bioloji ekran	biological shield	биологический экран (яд.физ.)
b0399	bioloji membran	biomembrane	биологическая мембрана
b0400	bioloji mikroskop	biological microscope	биологический микроскоп
b0401	bioloji peyk	biological satellite	биологический спутник
b0402	bioloji termodinamika	biological thermodynamics	биологическая термодинамика
b0403	bioloji yarımçıxarma periodu	biological half-life	биологический период полувыведения
b0404	biolüminessensiya	bioluminescence	биолюминесценция
b0405	biometeorologiya	biometeorology	биометеорология
b0406	biomexanika	biomechanics	биомеханика
b0407	bionika	bionics	бионика
b0408	biopolimer	biopolymer	биополимер
b0409	Bio-Savar qanunu	Bio-Savart's law	закон Био-Савара
b0410	bioakustika	bioacoustics	биоакустика
b0411	biosfera	biosphere	биосфера
b0412	biosintez	biosynthesis	биосинтез
b0413	bipiramida	bipyramid	бипирамида
b0414	biprizma	biprism	бипризма
b0415	bir araya sığışmamazlıq	incompatibility	несовместимость
b0416	bir elektronlu atom	one-electron atom	одноэлектронный атом
b0417	bir elektronlu dalğa funksiyası	one-electron wave function	одноэлектронная волновая функция
b0418	birelektronlu funksiya	one-electron function	одноэлектронная функция
b0419	birelektronlu hal	one-electron state	одноэлектронное состояние
b0420	birelektronlu model	one-electron model	одноэлектронная модель
b0421	birelektronlu potensial	one-electron potential	одноэлектронный потенциал
b0422	birelektronlu rabitə	one-electron bond	одноэлектронная связь
b0423	birelektronlu sistem	one-electron system	одноэлектронная система
b0424	birelektronlu yaxınlaşma	one-dimensional approximation	одноэлектронное приближение
b0425	birelementli yarımkeçirici	element semiconductor	одноэлементный полупроводник
b0426	birfazalı (homogen) sistem	single-phase system	однофазная система (гомогенная)
b0427	birfazalı dəyişən cərəyan	single-phase alternating current	однофазный переменный ток
b0428	birfazalı generator	single-phase generator	однофазный генератор
b0429	birfazalı kollektor mühərrik	single-phase commutator motor	однофазный коллекторный двигатель
b0430	birfazalı maşın	single-phase machine	однофазная машина
b0431	birfazalı mühərrik	single-phase motor	однофазный двигатель

b0432	birfazalı sistem	one-phase system	однофазная система
b0433	birfazalı şuntlu mühərrik	single-phase shunt motor	однофазный шунтовой двигатель
b0434	birfazalı transformator	single-phase transformer	однофазный трансформатор
b0435	birfazalı vattmetr	single-phase wattmeter	однофазный ваттметр
b0436	birfononlu hal	one-phonon state	однофононное состояние
b0437	birfotonlu keçid	single-photon transition	однофотонный переход
b0438	birfotonlu proses	one-photon process	однофотонный процесс
b0439	birfotonlu udulma	one-photon absorption	однофотонное поглощение
b0440	biristiqamətli cərəyan	unidirectional current	ток одного направления
b0441	birkeçidli tranzistor	unijunction transistor	однопереходный транзистор
b0442	birmodalı generasiya	single-mode oscillation	одномодовая генерация
b0443	birmodalı lazer	single-mode laser	одномодовый лазер
b0444	birmodalı lif (tel)	single-mode fiber	одномодовое волокно
b0445	bir neçə dəyişənli analitik funksiya	analytic function of several variables	аналитическая функция нескольких переменных
b0446	birölçülü	one-dimensional	одномерный
b0447	birölçülü (xətti) hərəkət	one-dimensional motion	одномерное движение
b0448	birölçülü anharmonik ossilyator	one-dimensional anharmonic oscillator	одномерный ангармонический осциллятор
b0449	birölçülü axın	one-dimensional flow	одномерное течение
b0450	birölçülü fəza	one-dimensional space	одномерное пространство
b0451	birölçülü harmonik ossilyator	one-dimensional harmonic oscillator	одномерный гармонический осциллятор
b0452	birölçülü koordinat fəzası	one-dimensional coordinate space	одномерное координатное пространство
b0453	birölçülü məsələ	one-dimensional problem	одномерная задача
b0454	biroxlu gərginlik	uniaxial stress	одноосное напряжение
b0455	biroxlu kristal	uniaxial crystal	одноосный кристалл
b0456	biroxlu səmtləşdirmə	uniaxial orientation	одноосная ориентация
b0457	birparametrli altqrup	one-parameter semigroup	однопараметрическая подгруппа
b0458	birparametrli qrup	one-parameter group	однопараметрическая группа
b0459	birperiodlu funksiya	simply periodic function	однопериодическая функция
b0460	birpilləli proses	single-stage process	одноступенчатый процесс
b0461	birpilləli sıxılma	single-stage compression	одноступенчатое сжатие
b0462	birrəngli siqnal	monochrome signal	одноцветный сигнал
b0463	birsərbəstlik dərəcəsinə malik sistem	one-degree-of-freedom system	система с одной степенью свободы
b0464	birsəsli (mono) telefon	monotelephone	телефон однозвуковой (монотелефон)
b0465	birşüalı spektrometr	single-beam spectrometer	однолучевой спектрометр
b0466	birtaktlı multivibrator	monostable multivibrator, one-shot multivibrator	однотактный мультивибратор
b0467	birtərəfə yönəlmiş mikrafon	unidirectional microphone	односторонне направленный микрофон
b0468	birtərəfli paz	single-sided wedge	клин односторонний
b0469	birtərəfli sərhəd (hüdud)	unilateral limit	односторонний предел
b0470	birtərəfli törəmə	unilateral derivative	односторонняя производная
b0471	birudulmuş neytrona uyğun (qarşı) ikinci neytronların sayı	neutron per absorption	число вторичных нейтронов на один поглощённый нейтрон
b0472	birvariantlı sistem	monovariant system	система моновариантная
b0473	bir vattmetr metodu	one wattmeter method	метод одного ваттметра

b0474	birvərəqli funksiya	univalent function	однолистная функция
b0475	bir yarım periodlu düzləndirici	half-wave rectifier	однополупериодный выпрямитель
b0476	bir yarım periodlu düzləndirmə	half-wave rectification	однополупериодное выпрямление
b0477	bir yarım periodlu maqnit gücləndiricisi	half-wave magnetic amplifier	однополупериодный магнитный усилитель
b0478	biryönlü antenna	unidirectional antenna	однонаправленная антенна
b0479	biryönlü veriliş	unidirectional transmission	однонаправленная передача
b0480	birzərrəcikli dalğa funksiyası	one-particle wave function	одночастичная волновая функция
b0481	birzərrəcikli en	single-particle width	одночастичная ширина
b0482	birzərrəcikli funksiya	one-particle function	одночастичная функция
b0483	birzərrəcikli hal	single-particle state	одночастичное состояние
b0484	birzərrəcikli keçid	single-particle transition	одночастичный переход
b0485	birzərrəcikli model	one-particle model	одночастичная модель
b0486	birzərrəcikli operator	one-particle operator	одночастичный оператор
b0487	birzərrəcikli potensial	single-particle potential	одночастичный потенциал
b0488	birzərrəcikli rezonans	single-particle resonance	одночастичный резонанс
b0489	birzərrəcikli səviyyə	one-particle level	одночастичный уровень
b0490	birzərrəcikli yaxınlaşma	one-particle approximation	одночастичное приближение
b0491	birzərrəcikli yaxınlaşma metodu	single particle approximation method	метод одночастичного приближения
b0492	birzolaqlı fırlanan hiperboloid	hyperboloid of one sheet of revolution	однополостный гиперболоид вращения
b0493	birzolaqlı hiperboloid	hyperboloid of one sheet	однополостный гиперболоид
b0494	biradlı elektrik yükü	like charge	одноименный заряд
b0495	biradlı qütb	like pole	одноименный полюс
b0496	biraktlı səpilmə	simple scattering	однократное рассеяние
b0497	birasional çevrilmə	birational transformation	бирациональное преобразование
b0498	birasional uyğunluq	birational correspondence	бирациональное соответствие
b0499	biratomlu (atomar) qaz	monatomic gas	одноатомный газ
b0500	biratomlu molekul	monoatomic molecule	одноатомная молекула
b0501	birbaşa seçgili yadda saxlayan qurğu	direct-access storage	запоминающее устройство с прямой выборкой
b0502	birbaşa ünvanlaşdırma	direct addressing	прямая адресация
b0503	bir-birinə zidd olmamaq	consistency	непротиворечивость
b0504	bir-birinə zidd olmayan	noncontradictory	непротиворечащий
b0505			
b0506	bircins atmosfer	homogeneous atmosphere	однородная (гомогенная) атмосфера
b0507	bircins baza	mogeneous base	однородная база (транзистора)
b0508	bircins cisim	homogeneous body	тело однородное
b0509	bircins deformasiya	homogeneous deformation	однородная деформация
b0510	bircins dəstə	homogeneous beam	однородный пучок
b0511	bircins dielektor	uniform dielector	однородный диэлектор
b0512	bircins elektrik sahəsi	uniform electric field	однородное электрическое поле
b0513	bircins element	homogeneous element	однородный элемент
b0514	bircins fəza	homogeneous space	однородное пространство
b0515	bircins funksiya	homogeneous function	однородная функция
b0516	bircins genişlənmə (spektral xəttin)	homogeneous broadening	однородное уширение (спектральной линии)

b0517	bircins halqa	homogeneous ring	однородное кольцо
b0518	bircins ideal	homogeneous ideal	однородный идеал
b0519	bircins inteqral tənlik	homogeneous integral equation	однородное интегральное уравнение
b0520	bircins koordinatlar	homogeneous coordinates	однородные координаты
b0521	bircins maddə	homogeneous matter	однородная материя
b0522	bircins maqnit sahəsi	uniform magnetic field	однородное магнитное поле
b0523	bircins məhdud oblast	homogeneous bounded domain	однородная ограниченная область
b0524	bircins model	homogeneous model	однородная (звездная) модель
b0525	bircins mühit	homogeneous medium, uniform medium	однородная среда
b0526	bircins qarışıq	intimate mixture	однородная смесь
b0527	bircins şüa	homogeneous ray	однородный луч
b0528	bircins təbəqə	homogeneous lamina	однородный слой
b0529	bircins tənlik	homogeneous equation	однородное уравнение
b0530	bircins turbulentlik	homogeneous turbulence	однородная турбулентность
b0531	bircins və izotrop	homogeneous and isotropic	однородный (гомогенный) и изотропный
b0532	bircins xətt	uniform line, homogeneous line	однородная линия
b0533	bircinslilik	homogeneity, uniformity	однородность
b0534	birçiyinli ling	one-port lever	одноплечий рычаг
b0535			
b0536	birdolamlı qoniometr	one-circle goniometer	однокружный гониометр
b0537	birdomenli quruluş	single-domain structure	однодоменная структура
b0538	birfazalı cərəyan	single-phase current	однофазный ток
b0539	birhəddli	monomial	одночлен
b0540	birhörgüclü (birdonqarlı) xarakteristika	single-humped characteristic	одногорбая характеристика
b0541	birinci ionlaşma	primary ionization	первичная ионизация
b0542	birinci (ilk) işləmə	priority processing	приоритетная обработка
b0543	birinci (ilk) kəsmə (dayanma)	priority interrupt	приоритетное прерывание
b0544	birinci dalğa	primary wave	первичная волна
b0545	birinci dərəcəli çoxluq	set of first category	множество первой категории
b0546	birinci dərəcəli dönən reaksiya	first-order reversible reaction	обратимая реакция первого порядка
b0547	birinci dərəcəli reaksiya	first-order reaction	реакция первого порядка
b0548	birinci dərəcəli tam elliptik inteqral	complete elliptic integral of the first kind	полный эллиптический интеграл первого рода
b0549	birinci dolaq	primary winding	первичная обмотка
b0550	birinci dövretmə	primary circulation	первичная циркуляция
b0551	birinci keçirici	primary conductor	первичный проводник
b0552	birinci kosmik sürət	first astronautical velocity	первая космическая скорость
b0553	birinci kvantlama	first quantization	первичное квантование
b0554	birinci növ daimi mühərrik	perpetuum mobile of the first kind	вечный двигатель первого рода
b0555	birinci növ elektrod	electrode of the first kind	электрод первого рода
b0556	birinci növ faza keçidi	phase transition of the first kind	фазовый переход первого рода
b0557	birinci növ ifrat naqil	superconductor of the first kind	сверхпроводник первого рода
b0558	birinci növ keçirici	electron conductor	проводник первого рода

b0559	birinci növ ling	first type lever	рычаг первого рода
b0560	birinci növ polispast	first type polyspast	полиспаст первого рода
b0561	birinci növ qırılma nöqtəsi	discontinuity point of the first kind	точка разрыва первого рода
b0562	birinci şüalanma sabiti	first radiation constant	первая постоянная излучения
b0563	birinci tərtib birləşmə	first order compound	соединение первого порядка
b0564	birinci tərtib faza keçidi	phase transition of the second-order	фазовый переход первого порядка
b0565	birinci tərtib həyəcanlanması	perturbation of first order	возмущение первого порядка
b0566	birinci yaxınlaşma	first approximation	первое приближение
b0567	birinci zəncir	primary circuit	первичная цепь
b0568	birincilik (ilklik)	priority	приоритет
b0569	birincilik dərəcəsi	priority level	уровень приоритета
b0570	birincilik nömrəsi	priority number	номер приоритета
b0571	birkanallı analizator	single-channel analyzer	одноканальный анализатор
b0572	birkomponentli plazma	one-component plasma	однокомпонентная плазма
b0573	birkomponentli raket yanacağı	monopropellant	однокомпонентное ракетное топливо
b0574	birkomponentli sistem	one-component system	однокомпонентная система
b0575	birkontaktlı	single-contact	одноконтактный
b0576	birləşdirən boru	dutchman, nipple	трубка соединительная
b0577	birləşdirici	connective, connecting	соединительный
b0578	birləşdirici kanal	cutoff, connecting port	соединительный канал
b0579	birləşdirici məftil	hookup wire, interconnecting wire, bonding wire, connecting wire	проволока соединительная
b0580	birləşdirici reaksiya	addition reaction	реакция присоединения
b0581	birləşdirilmiş burulğan	bound vortex	присоединённый вихрь
b0582	birləşdirilmiş matrisa	adjoint matrix	присоединённая матрица
b0583	birləşdirilmiş polinom	adjoint polynomial	присоединенный полином
b0584	birləşdirilmiş qrup	adjoint group	присоединённая группа
b0585	birləşdirilmiş sıxlıq sıçrayışı	attached shock wave	присоединённый скачок уплотнения
b0586	birləşdirmə məhsulu	addition product	продукт присоединения
b0587	birləşdirmə sxemi	circuit diagram	схема соединений
b0588	birləşmə, birləşdirilmə	connection	соединение
b0589	birləşmə, birləşdirilmə	union	объединение
b0590	birləşmə, birləşdirmə	adjunction, attachment, bonding, connection, joining	присоединение
b0591	birləşmiş qab	communicating vessel	сообщающийся сосуд
b0592	bircins sahə	uniform field	однородное поле
b0593	birölçü	monomer	мономер
b0594	birölçülü model	one-dimensional model	одномерная модель
b0595	biroxlu kristal	uniaxial crystal	одноосный кристалл
b0596	birqat sındırıcı mühit	single refracting medium	однопреломляющая среда
b0597	birqatlı sarğı	single-layer winding	однослойная обмотка
b0598	birqiymətli əksolunma	univalent mapping	однозначное отображение
b0599	birqiymətli funksiya	single-valued function	однозначная функция
b0600	birqiymətli uyğunluq	univalent correspondence	однозначное соответствие
b0601	birqiymətlilik	uniqueness	однозначность

b0602	birqruplu nəzəriyyə	one-group theory	одногрупповая теория
b0603	birrabitəli	simply connected	односвязный
b0604	birrabitəli oblast	simply connected region	односвязная область
b0605	birsəsli	monotonous	однозвуковой
b0606	birtelli tərəzi	unifilar balance	однонитные весы
b0607	birtərəfli deformasiya	one-sided deformation	односторонняя деформация
b0608	birtərəfli gərilmə	one-sided expansion (dilatation)	одностороннее растяжение
b0609	birtərəfli sıxılma	unilateral contraction	одностороннее сжатие
b0610	birvalentli	univalent, monovalent	одновалентный
b0611	birvalentli element	monovalent element	одновалентный элемент
b0612	birvalentli radius	univalent radius	одновалентный радиус
b0613	bisfenoid	bisphenoid	бисфеноид
b0614	bispiral sap	coiled-coil filament	биспиральная нить (накала)
b0615	bispiral saplı közərmə lampası	coiled-coil lamp	лампа с биспиральной нитью накала, биспиральная лампа (накаливания)
b0616	bissektrisa	bisector	биссектриса
b0617	bişirilmiş maqnit	sintered magnet	спечённый магнит
b0618	bişirilmiş maqnit xəlitəsi	sintered magnetic alloy	спечённый магнитный сплав
b0619	bişirmə	annealing	отжиг
b0620	bişirmə temperaturu	annealing temperature	температура отжига
b0621	Bişop halqası	Bishop ring	кольцо Бишопа
b0622	bitənzimli	biregular	бирегулярный
b0623	bitişdirmə (qızdırıb)	sintering	спекание
b0624	bitişmə müstəvisi	composition plane	плоскость срастания
b0625	bitişmə, qovuşma	intergrowth	срастание, сросток (крист.)
b0626	bitki hüceyrəsi	plant cell	растительная клетка
b0627	bivektor	bivector	бивектор
b0628	bixətli inikas	bilinear mapping	билинейное отображение
b0629	bixətti forma	bilinear form	билинейная форма
b0630	bixətti funksional	bilinear functional	билинейный функционал
b0631	bixətti operator	bilinear operator	билинейный оператор
b0632	Blazius ədədi	Blazius number	число Блазиуса
b0633	blenda, silindirik köynək	blind	бленда
b0634	blink- komparator	blink comparator	блинк-компаратор
b0635	blok sopolimer	block copolymer	блоксополимер
b0636	blok -sxem	block diagram	блок-схема
b0637	blokada edən əks qasırğa	blocking Hugh	блокирующий антициклон
b0638	blokada edilmiş kondensator	blocking capacitor	блокировочный (блокирующий) конденсатор
b0639	blokda polimerizasiya	block polymerization	полимеризация в блоке
b0640	blokinq generatoru	blocking oscillator	блокинг-генератор
b0641	Blondel ossilyatoru	Blondel oscillator	осциллятор Блонделя
b0642	Blondel manometri	Blondel manometer	манометр Блонделя
b0643	bobina	bobbin	бобина
b0644	Bode qanunu	Bode law	закон Боде
b0645	Bofort şkalası	Beaufort scale (of wind force)	шкала Бофорта
b0646	boksit	bauxite	боксит

b0647	bolid	bolide, fireball	болид, яркий метеор
b0648	bolin kamerası	bolin chamber	камера болина
b0649	Bolo aparatı	Baulot device	аппарат Боло
b0650	bolometr	bolometer	болометр
b0651	bolometrik ulduz kəmiyyəti	bolometric magnitude	болометрическая звездная величина
b0652	bolometrik vattmetr	bolometer wattmeter	болометрический ваттметр
b0653	Bolsman paylanması	Boltzmann distribution	распределение Больцмана
b0654	Bolsman prinsipi	Bokzmann's principle	принцип Больцмана
b0655	Bolsman sabiti	Boltzmann constant	постоянная Больцмана
b0656	Bolsman statistikası	Boltzmann statistics	статистика Больцмана
b0657	Bolsman tənliyi	Bokzmann's equation	уравнение Больцмана
b0658	Bolsmanın paylanma qanunu	Boltzmann distribution law	закон распределения Больцмана
b0659	Bom diffuziyası	Bohm diffusion	бомовская диффузия
b0660	bombalı kalorimetr	bomb calorimeter	бомбовый калориметр
b0661	bombardman edən zərrəcik	bombarding particle	бомбардирующая частица
b0662	Bome dərəcələri	baume degrees	Боме градусы
b0663	bor	boron	бор
b0664	bor ionizasiya kamerası	boron ionization chamber	борная ионизационная камера
b0665	Bor maqnitonu	Bohr magneton	магнетон Бора
b0666	Bor orbiti	Bohr orbit	орбита Бора
b0667	Bor radiusu	Bohr radius	радиус Бора
b0668	bor silikatlı şüşə	borosilicate glass	боросиликатное стекло
b0669	boran xətti	squall line	шкваловая линия
b0670	Borda-Karno teoremi	Bord-Karno theorem	теорема Борда-Карно
b0671	Bordun çəkmə üsulu	Bord weighing method	способ взвешивания Борда
b0672	Borel çoxluğu	Borel set	борелевское множество
b0673	Borel ölçüsü	Borel measure	мера Бореля
b0674	Born sayğacı	boron counter	счетчик Борна
b0675	Born dairəvi prosesi	Born cyclic process	круговой процесс Борна
b0676	Born yaxınlaşması	Born approximation	борновское приближение
b0677	boruşəkilli keçirici	tubular conductor	проводник трубчатый
b0678	boruşəkilli lampa	tubular line lamp	трубчатая лампа
b0679	boruşəkilli vektor sahəsi, solenoidal vektor sahəsi	solenoidal vector field	трубчатое векторное поле, соленоидальное векторное поле
b0680	Borun tezliklər şərti	Bohr frequency condition	условие частот Бора
b0681	Borun atom nəzəriyyəsi	Bohr's theory of the atom	теория атома Бора
b0682	Borun kvant postulatları	Bor's quantum postulates	квантовые постулаты Бора
b0683	Borun nüvə maqnetonu	nuclea Bohr magneton	ядерный магнетон Бора
b0684	boruşəkilli yaylı manometr	Bourdon tube gauge	манометр с трубчатой пружиной
b0685	boruyaoxşar ətraf	tubular neighbourhood	трубчатая окрестность
b0686	boş çoxluq	null set	пустое множество
b0687	boş dalğa	idler wave	холостая волна
b0688	boş gediş	no-load , open-circuit	мертвый ход, холостой ход
b0689	boş gedişin gərginliyi	nonload voltage	напряжение при холостом ходе
b0690	boş lenta	blank tape	пустая лента
b0691	boş seksiya	dead coil	холостая секция
b0692	boş səs	empty phrase	"пустой" звук
b0693	boş tezlik	idler frequency	холостая частота

b0694	boşalma	shift instruction	разряд (неэлектрич.)
b0695	boşalma əyrisi	discharge curve	кривая разряда
b0696	boşalma arası	discharging gap	разрядный промежуток
b0697	boşalma cərəyanı	discharge current	разрядный ток
b0698	boşalma dövrəsi	discharge loop	разрядная цепь
b0699	boşalma elektrodu	discharge electrode	разрядный электрод
b0700	boşalma fəzası	discharge space	разрядное пространство
b0701	boşalma gərginliyi	discharge voltage, disruption voltage, flashover voltage	разрядное напряжение
b0702	boşalma impulsu	discharge pulse	разрядный импульс
b0703	boşalma kürəsi	solid sphere	разрядный шар
b0704	boşalma lampası	discharge lamp	разрядная лампа
b0705	boşalma müqaviməti, elektrik boşalması müqaviməti	discharge resistance	разрядное сопротивление, сопротивление разряда
b0706	boşalma potensialı	discharge potential	потенциал разряда
b0707	boşalma reaksiyası	discharge reaction	реакция разряда
b0708	boşalma xarakteristikası	discharge characteristic	характеристика разряда
b0709	boş-boşuna hərəkət cərəyanı	nonload current	ток холостого хода
b0710	boşluq	cavity	полость
b0711	boşluq (vakuum)	emptiness, vacuum	пустота (вакуум)
b0712	boşluqlu struktur (quruluş)	banded structure	полосчатая (полосатая) структура
b0713	boyayıcı maddə məhlulu	dye solution	раствор красителя
b0714	boyayıcı maddədə lazer	dye laser	лазер на красителях
b0715	boyayıcı maddə	dye	краситель
b0716	Boyl nöqtəsi	Boyle point	Бойля точка
b0717	Boyl-Mariott qanunu	Boyle-Mariotte's law	закон Бойля-Мариотта
b0718	boyunduruq	yoke	ярмо
b0719	boz cisim	gray body	серое тело
b0720	boz işıqlanma	gray luminosity	серое свечение
b0721	Boze zərrəcik, bozon	Bose particle	бозе-частица, бозон
b0722	Boze -Eynşteyn kondensasiyası	Bose-Einstein condensation	конденсация Бозе-Эйнштейна
b0723	Boze-Eynşteyn paylanması	Bose-Einstein distribution	распределение Бозе-Эйнштейна
b0724	Boze-Eynşteyn statistikası	Bose-Einstein statistics	статистика Бозе-Эйнштейна
b0725	bozon fəzası	boson space	бозонное пространство
b0726	böhran (kritik) hal	critical state	критическое состояние
b0727	böhran (kritik) potensialı	critical potential	критический потенциал
b0728	böhran (kritik) sabiti	critical constant	критическая постоянная
b0729	böhran (kritik) sıxlığı	critical density	критическая плотность
b0730	böhran (kritik) sürəti	critical speed	критическая скорость
b0731	böhran (kritik) tezliyi	Larmor frequency	критическая частота
b0732	böhran dalğa uzunluğu	cut-off wavelength	критическая (предельная, граничная) длина волны (в волноводе)
b0733	böhran əmsalı	critical coefficient	критический коэффициент
b0734	böhran enerjisi	critical energy	критическая энергия
b0735	böhran fasiləsi	critical interval	критический промежуток
b0736	böhran gərginliyi	critical stress	критическое напряжение
b0737	böhran halı	critical state	критическое состояние
b0738	böhran həcmi	critical volume	критический объём

b0739	böhran həllolunma temperaturu	critical solution temperature	критическая температура растворения
b0740	böhran hücum bucağı	critical angle of attack	критический угол атаки
b0741	böhran kütləsi	critical mass	критическая масса
b0742	böhran maqnit sahəsi	critical magnetic field	критическое магнитное поле
b0743	böhran məsafəsi	critical distance	критическое расстояние
b0744	böhran müqaviməti	critical resistance	критическое сопротивление
b0745	böhran müstəvisi	critical plane	критическая плоскость
b0746	böhran nöqtəsi	critical point	критическая точка
b0747	böhran ölçüsü	critical size	критический размер
b0748	böhran opalessensiyası	critical opalescence	критическая опалесценция
b0749	böhran qarışdırma tezliyi	critical fusion frequency	критическая частота слияния (мельканий)
b0750	böhran qiyməti	critical value	критическое значение
b0751	böhran quraşdırılma	critical assembly	критическая сборка
b0752	böhran rabitə	critical coupling	критическая связь
b0753	böhran radiusu	critical radius	критический радиус
b0754	böhran sönmə	critical damping	критическое затухание
b0755	böhran soyuma sürəti	critical cooling rate	критическая скорость охлаждения
b0756	böhran temperaturu	critical temperature	критическая температура
b0757	böhran tənliyi	critical equation	критическое уравнение
b0758	böhran tezliyi	critical frequency	критическая (граничная) частота
b0759	böhran təzyiqi	critical pressure	критическое давление
b0760	böhran yükü	critical load	критическая нагрузка
b0761	bölən	divisor	делитель
b0762	bölgü maşını	ruling machine	делительная машина
b0763	bölgülər qiyməti	scale factor	цена делений
b0764	bölmə sayğacı	fission counter	счётчик делений
b0765	bölmə, bölgü	division	деление
b0766	bölmə işarəsi	sign of division	знак деления
b0767	bölücü kamera, bölgü kamerası	fission chamber	делительная камера, камера деления
b0768	bölücü maşın	ruling engine	делительная машина (для нанесения штрихов дифракционной решетки)
b0769	bölücü qıf	separating funnel	делительная воронка
b0770	bölücü qurğu	divider	делительное устройство
b0771	bölünən nisbətlər qanunu	law of multiple ratio, law of multiple proportions	закон кратных отношений
b0772	bölünən	divisible	делимый
b0773	bölünən (atom) nüvəsi	fissionable nucleus	делящееся (атомное) ядро
b0774	bölünən atom	fissionable atom	делящийся атом
b0775	bölünən maddə	fissionable material	делящееся вещество
b0776	bölünən nuklid	fissile nucleide	делящийся нуклид
b0777	bölünmə enerji spektri	fission-energy spectrum	спектр энергии делений
b0778	bölünmə enerjisi	fission energy	энергия деления
b0779	bölünmə kəsiyi (effektiv)	fission cross-section	сечение деления
b0780	bölünmə məhsullarının çıxışı	fission yield	выход продуктов деления
b0781	bölünmə məhsulu (ərzaqı)	fission product	продукт деления
b0782	bölünmə neytronu	fission neutron	нейтрон деления

b0783	bölünmə prosesi	fission process	процесс деления
b0784	bölünmə qəlpəsi	fission fragment	осколок деления
b0785	bölünmənin bir aktına uyğun neytronların sayı	neutron per fission	число нейтронов на один акт деления
b0786	bölüşdürmənin hüdudu	fission threshold	порог деления
b0787	böyüdücü şüşə	magnifying lens/glass, magnifier	увеличительное стекло
b0788	böyüdülmüş keçid	grown junction	выращенный переход
b0789	böyüdülmüş şəkil (xəyal)	magnified image	увеличенное изображение
b0790	böyüdülmüş xəyal	enlarged [expanded, increased] image	изображение увеличенное
b0791	böyük dairə	great circle	большой круг
b0792	böyük ədədlər qanunu	law of large numbers	закон больших чисел
b0793	böyük kalori	kilocalorie	большая калория
b0794	böyük miqyaslı inteqrasiya (birləşmə)	large scale integration	крупномасштабная интеграция
b0795	Böyük Magellan Buludları	Large Magellanic Cloud	Большое Магелланово Облако
b0796	böyük planet	major planet	большая планета
b0797	böyük sürətli aerodinamik boru	high-speed wind tunnel	аэродинамическая труба больших скоростей
b0798	böyük təkanlar	heavey jerks	большие толчки
b0799	böyümə əmsalı	enlargement	коэффициент увеличения
b0800	böyümə əyrisi	curve of growth	кривая роста
b0801	böyüyən qüvvə	increasable force	увеличивающая сила
b0802	bra	sconce, wing-bar	бра
b0803	Bradel metodu	Bradel method	Браделя метод
b0804	Branley-Lenard effekti	Branley-Lenard effect	эффект Бранлея-Ленарда
b0805	Branli borusu	Branly tube	трубка Бранли
b0806	Braun borusu	Brown tube	трубка Брауна
b0807	Braun ötürücüsü	Brown transmitter	передатчик Брауна
b0808	braxistoxron	brachistochrone	брахистохрона
b0809	Bredfild izolyatoru	Bredfild insulator	изолятор Бредфильда
b0810	Breq bucağı	Bragg angle	брегговский угол
b0811	Breq əksetməsi	Bragg reflection	брегговское отражение
b0812	Breqq qanunu	Bregg low	закон Брегга
b0813	brevium	brevium	бревий
b0814	Brianşon nöqtəsi	Brianchon's point	точка Брианшона
b0815	Brianşon teoremi	Brianchon's theorem	теорема Брианшона
b0816	Brikner tsikli	Bruckner cycle	цикл Брикнера
b0817	Briks dərəcələri	Bricks degrees	градусы Брикса
b0818	Brillüen funksiyası	Brillouin function	функция Бриллюэна
b0819	Brillüen zonası	Brillouin zone	зона Бриллюэна
b0820	Brillüen səpilməsi	Brillouin scattering	бриллюэновское рассеяние
b0821	Brinel metodu	Brinell method	Бринеля метод
b0822	Brinelə görə bərkliyə nəzərən sınama	Brinell hardness test	испытание на твёрдость по Бринеллю
b0823	Brinellə görə bərklik	Brinell hardness	твёрдость по Бринеллю
b0824	Brodxun sektoru	Brodhun sector	сектор Бродхуна
b0825	Broken xəyalı	Brocken spectre	брокенский призрак
b0826	brom	bromine	бром
b0827	brom voltametri	bromine voltameter	вольтаметр бромовый

b0828	brom-gümüşlü fotokağız	bromide paper	бромосеребряная фотобумага
b0829	bromlama	bromination	бромирование
b0830	Bronson müqaviməti	Bronson resistance	Бронсона сопротивление
b0831	brontidlər	brontides	бронтиды
b0832	bürünc	bronze	бронза
b0833	Broun fluktuasiyası	brownian fluctuation	броуновская флуктуация
b0834	Broun hərəkəti	Brownian motion	броуновское движение
b0835	Broun relesi	Brown relay	реле Броуна
b0836	Broun telefonu	Brown telephone	телефон Броуна
b0837	Brouninq günəş prizması	Browning solar prism	солнечная призма Броунинга
b0838	Brouninq prizması	Browning prism	призма Броунинга
b0839	Bryuster bucağı	Brewster's angle	угол Брюстера, угол полной поляризации
b0840	Bryuster qanunu	Brewster law	закон Брюстера
b0841	Bryusterin interferensiya zolağı	Brewster's interference fringe	интерференционная полоса Брюстера
b0842	bucağa görə paylama	angular distribution	угловое распределение
b0843	bucağa görə səpələnmə	angle straggling	угловой разброс, разброс по углам
b0844	bucağa görə törəmə	angular derivative	угловая производная
b0845	bucağa görə yerdəyişmə	angular displacement	угловое смещение, угловой поворот
b0846	bucağa görə yol verilən qabiliyyət	angular resolving power	угловая разрешающая способность, разрешающая способность по углу
b0847	bucağın ən böyük (kiçik) qiyməti, böhran bucağı	critical angle	предельный угол, критический угол
b0848	bucağın üç bölməsi	trisection of angle	трисекция угла
b0849	bucaq	angle	угол
b0850	bucaq deformasiyası	angular strain	угловая деформация
b0851	bucaq dəyişəni	angular variable	угловая переменная
b0852	bucaq diametri	angular diameter	угловой диаметр
b0853	bucaq əmsalı	direction coefficient	угловой коэффициент
b0854	bucaq eykonalı	angle eikonal	угловой эйконал
b0855	bucaq məsafəsi	angular distance	расстояние угловое
b0856	bucaq oblastı	angular domain	угловая область
b0857	bucaq ölçən	angle gauge	угломер, гониометр
b0858	bucaq sürəti	angular velocity	угловая скорость
b0859	bucaq sürəti vektoru	angular velocity vector	вектор угловой скорости
b0860	bucaq təcili	angular acceleration	угловое ускорение
b0861	bucaq tezliyi	angular frequency	угловая частота
b0862	bucaq xətası	angular error	угловая ошибка, угловая погрешность
b0863	bucaq yerdəyişməsi	angular displacement	смещение угловое
b0864	bucaqdan asılılıq	angular dependence	угловая зависимость, зависимость от угла
b0865	bucaqlı böyümə	angular magnification	увеличение угловое
b0866	bucaqlı dispersiya	angular dispersion	угловая дисперсия
b0867	bucaqlı korrelyasiya	angular correlation	угловая корреляция
b0868	bucaqlı modulyasiya	angle modulation	угловая модуляция
b0869	bucaqlı yerdəyişmə, bucağa görə dönmə, bucaq sürüşməsi	angular displacement, angular motion, angular	перемещение угловое

		movement	
b0870	bucağa görə böyümə	angular magnification	угловое увеличение
b0871	bucaq məsafəsi	angular distance	угловое расстояние
b0872	budaqlanma	branching	ветвление
b0873	budaqlanma nöqtəsi, şaxələnmə nöqtəsi	branch point	точка ветвления, точка разветвления
b0874	budaqlanmış (şaxələnmiş) cərəyan	branch current,derived current	ответвлённый ток
b0875	budaqlanmış dövrə	branched chain , parallel circuit, forked circuit	цепь разветвленная
b0876	budaqlanmış zəncir	branch circuit	ответвлённая цепь
b0877	bufer batareyası	buffer battery	буферная батарея
b0878	bufer məhlulu	buffer solution	буферный раствор
b0879	bufer qarışığı	buffer mixture	буферная смесь
b0880	bufer registri (qeyd dəftəri)	buffer register	буферный регистр
b0881	bufer təsiri	buffer action	буферное действие
b0882	bufer yadda saxlama qurğusu	buffer storage	буферное запоминающее устройство
b0883	bufer zənciri	buffer circuit	буферная цепь
b0884	bulanıqlıq faktoru	turbidity factor	фактор мутности
b0885	bulanıq mühitlər	turbid media	мутные среды
b0886	bulanıqlıq	turbidity	мутность
b0887	bulanıqlıq əmsalı	turbidity coefficient	коэффициент мутности
b0888	bulanıqlıq faktoru	turbidity factor	фактор мутности
b0889	Bulev cəbri	Boolean algebra	алгебра Булева
b0890	Bulev əməliyyatları	Boolean operations	операции Булева
b0891	Bulev halqası	Boolean ring	булево кольцо
b0892	bulud	cloud	облако
b0893	bulud bayrağı	banner cloud	облачный флаг
b0894	bulud damcısı	cloud droplet	облачная капля
b0895	buludölçən	ceilometer	облакомер
b0896	bulud qatı	cloud layer	облачный слой
b0897	bulud sırası (cərgəsi)	cloud bank	облачная гряда
b0898	bulud sistemi	cloud system	облачная система
b0899	bulud yığını	cloud cluster	облачное скопление
b0900	buludda boşalma	intracloud discharge	разряд в облаке
b0901	buludlararası boşalma	intercloud discharge	разряд между облаками
b0902	buludlar fizikası	cloud physics	физика облаков
b0903	buludlar topası	Cumulus	кучевые облака
b0904	buludların beynəlxalq atlası	international cloud atlas	международный атлас облаков
b0905	buludların əsası	cloud base	основание облаков
b0906	buludların klassifikasiyasi	classification of clouds	классификация облаков
b0907	buludların miqdari	cloud amount	количество облаков
b0908	buludun zirvəsi	cloud top	вершина облака
b0909	buludlarda suyun tərkibi	water content of clouds	содержание воды в облаках
b0910	bumeranq	boomerang	бумеранг
b0911	Bunzen buz kalorimetri	Bunsen ice calorimeter	ледяной калориметр Бунзена
b0912	Bunzen elementi	Bunsen cell	элемент Бунзена
b0913	Bunzen fotometri	Bunsen photometer	фотометр Бунзена

b0914	Bunzen lampası	Bunzen burner	горелка Бунзена
b0915	Bunzen voltametri	Bunzen's voltameter	вольтаметр Бунзена
b0916	Bunzen-Rosko qanunu	Bunsen—Roscoe's law	закон Бунзена-Роско
b0917	Buqe-Lambert-Beyer qanunu	Buger-Lambert-Beer law	закон Буге-Ламберта-Беера
b0918	buraxılan dalğa	transmitted wave	пропускаемая волна
b0919	buraxılan impuls	trigger pulse	спусковой импульс
b0920	buraxılış funksiyası	transmission function	функция пропускания
b0921	buraxılış rejiminin aralıq bölməsi	period range	промежуточный участок пускового режима
b0922	buraxılma bucağı	emission angle	угол испускания
b0923	buraxılma əmsalı, keçid əmsalı	transmission coefficient	коэффициент пропускания, коэффициент прохождения
b0924	buraxılma enerjisi	emission energy	энергия испускания
b0925	buraxılma spektri	emission spectrum	спектр испускания
b0926	buraxılma spektri	transmission spectrum	спектр пропускания
b0927	buraxılma xətti	bright line	линия испускания
b0928	buraxılma, emissiya	emission	испускание, эмиссия, излучение
b0929	buraxılma, işə salınma	starting	пуск
b0930	buraxılmanın (keçidin) amplitud əmsalı	amplitude transmissivity	амплитудный коэффициент пропускания
b0931	buraxılmanın maksimumu	transmission maximum	максимум пропускания
b0932	buraxılmış elektron	emitted electron	испущенный электрон
b0933	buraxılmış zərrəcik, şüalanmış zərrəcik	emitted particle	испущенная частица, излучённая частица
b0934	buraxma	launching	запуск(космического корабля)
b0935	Burdon borusu (manometri)	Bourdon tube	трубка (манометр) Бурдона
b0936	burğu qaydası	corkscrew rule	правило буравчика
b0937	burub açma xətti	sweep line	линия развёртки
b0938	burucu moment	swirling moment	момент закручивающий
b0939	burucu qüvvə	swirling force	сила закручивающая
b0940	burucu qüvvə	torque [torsional] force, twisting force	усилие скручивающее
b0941	burulan (hərlənən) rəqslər	torsional vibration	крутильные колебания
b0942	burulan tərəzi	torsion balance	крутильные весы
b0943	burulğan	whirlwind	вихрь
b0944	burulğan -cərəyanlı qalınlıq ölçən	eddy-current thickness gauge	вихретоковый толщиномер
b0945	burulğan qüvvəsi	vortex force	сила вихревая
b0946	burulğanlı atom	vortex atom	атом вихревой
b0947	burulğanlı axın	vortex flow	вихревое течение
b0948	burulğanlı boru	vortex	трубка вихревая
b0949	burulğanlı cərəyan	vortex current, eddy current	ток вихревой
b0950	burulğanlı cərəyanlara olan itgi	eddy current loss	потери на вихревые токи
b0951	burulğanlı cərəyanlara sərf olunan itgilər əmsalı	eddy current loss factor	коэффициент потерь на вихревые токи
b0952	burulğanlı diffuziya	eddy diffusion	вихревая диффузия
b0953	burulğanlı fəza	rotational space, vortex space	пространство вихревое
b0954	burulğanlı həlqə	vortex ring	вихревое кольцо
b0955	burulğanlı hərəkət	vortex motion, whirl, eddy	вихревое движение
b0956	burulğanlı müqavimət	vortex drag	вихревое сопротивление

b0957	burulğanlı nasos	vortex pump	вихревой насос
b0958	burulğanlı pərdə	vortex sheet	вихревая пелена
b0959	burulğanlı qaytan (şnur)	vortex filament	вихревой шнур
b0960	burulğanlı sahə	eddy region	вихревая область
b0961	burulğanlı səth	vortex surface	вихревая поверхность
b0962	burulğanlı termometr	vortex thermometer	вихревой термометр
b0963	burulğanlı trubka (borucuq)	vortex tube	вихревая трубка
b0964	burulğanlı xaç	vortex cross	вихревой крест
b0965	burulğanlı xətt	vortex line	вихревая линия
b0966	burulğanlı yol	vortex street	вихревая дорожка
b0967	burulğansız	irrotational	безвихревой
b0968	burulğansız axın	irrotational flow	безвихревое течение
b0969	burulma	torsion	кручение, скручивание
b0970	burulma (burulğan), su burulğanı	vortex, eddy	завихрение, водоворот
b0971	burulma bucağı	angle of torsion	угол кручения, угол закручивания
b0972	burulma cütü	torsion pair	пара кручения
b0973	burulma deformasiyası	torsion deformation	деформация кручения
b0974	burulma əmsalı	coefficient of torsion	коэффициент кручения
b0975	burulma gərginliyi	torsional stress	напряжение при кручении
b0976	burulma modulu	torsion modulus	модуль кручения
b0977	burulma momenti	torsional moment	момент кручения
b0978	burulma radiusu	radius of torsion	радиус кручения
b0979	Burulma rəqsi	torsional vibration	колебание крутильное
b0980	burulma tenzoru	torsion tensor	тензор кручения
b0981	burulma tərəzisi	torsion balance	крутильные весы
b0982	burulma xətti	torsion line	линия кручения
b0983	burulmada möhkəmlik	torsional strength	прочность при кручении, прочность на кручение, прочность при закручивании
b0984	burulmada sərtlik	torsional regidity	жесткость при кручении
b0985	burulmanın sərhədi	twist boundary	граница кручения
b0986	burulmaya nəzərən sınama	torsion test	испытание на кручение
b0987	burulmuş dalğa aparan	twist waveguide	скрученный волновод
b0988	bussol	compass; azimuth circle	Буссоль
b0989	buxar	steam	пар
b0990	buxar barometri	steam barometer	барометр паровой
b0991	buxar əmələ gətirmə istiliyi	evaporation heat	теплота парообразования
b0992	buxar fazası	vapor phase	паровая фаза
b0993	buxar generatoru	steam generator	генератор паровой
b0994	buxar hamamı	steam bath	паровая баня
b0995	buxar kalorimetri	steam calorimeter	паровой калориметр
b0996	buxar kamerası	steam chest	паровая камера
b0997	buxar maşını	steam engine	паровая машина
b0998	buxar mühərriki	steam engine	паровой двигатель
b0999	buxar ötürən boru	steam tube	паропроводная трубка
b1000	buxar qazanı	steam-boiler	паровой котел
b1001	buxar qutusu	steam box	паровая коробка
b1002	buxarşəkilli hal	vaporous state	парообразное состояние

b1003	buxar təzyiqi	vapor pressure	давление пара
b1004	buxar turbini	steam turbine	паровая турбина
b1005	buxarın doyması	steam saturation	насыщение пара
b1006	buxarlanan komponent	volatile component	летучий компонент
b1007	buxarlandırıcı	evaporated	испаритель, выпарной аппарат
b1008	buxarlanma	evaporation	испарение, выпаривание
b1009	buxarlanma (buxar əmələ gəlmə)	vaporization	парообразование
b1010	buxarlanma dumanı	evaporation fog	туман испарения
b1011	buxarlanma entropiyası	entropy of vaporization	энтропия испарения
b1012	buxarlanma əyrisi	boiling point curve	кривая парообразования
b1013	buxarlanma əyrisi	evaporation curve	кривая испарения
b1014	buxarlanma ilə soyutma	evaporation cooling	испарительное охлаждение, охлаждение испарением
b1015	buxarlanma istiliyi	vaporization heat	теплота испарения
b1016	buxarlanma qabiliyyəti	volatility	летучесть
b1017	buxarlanmaya nəzərən sınama	evaporation test	испытание на испарение
b1018	buxarlanmış zərrəcik	evaporation particle	испарившаяся (из ядра) частица
b1019	buz	ice	лёд
b1020	buz buludları	ice-crystal cloud	ледяное облако
b1021	buz çiçəkləri	ice flowers	ледяные цветы
b1022	buz dumanı	ice fog	ледяной туман
b1023	buz kalorimetri	ice calorimeter	ледяной калориметр
b1024	buz kristalı	ice crystal	ледяной кристалл
b1025	buz lüləciyi	icicle	ледяная сосулька
b1026	buz milləri	ice needles	ледяные иглы
b1027	buza nisbətən həddən artıq doymuş	ice supersaturation	перенасыщение относительно льда
b1028	buzlama	icing, ice accreation	обледенение
b1029	buzlaq	glacier	ледник
b1030	buzlaq dövrü	glacial period	ледниковый период
b1031	buzlaq küləyi	glacier wind	ледниковый ветер
b1032	buzun əriməsi	melting of ice	таяние льда
b1033	Bürgers konturu	Burgers circuit	контур Бюргерса
b1034	Bürgers vektoru	Burgers vector	вектор Бюргерса

M.A. Muxtarov

AVTODUALLIQ TƏNLİKLƏRİNİN İNTEQRASİYASINDA "RİYAZİYYAT"

Yanq-Mill avtoduallıq tənliklərinin qruplaşmış elementinin diskret simmetriyalar metodu ilə cəbrin SL(2,C) halında və "RİYAZİYYAT" proqramının tətbiqi ilə həlli qurulmuşdur.

T.C. İbrahimov, Q.M. Bayramov, A.R. İmaməliyev

YENİ POLİMER-MAYE KRİSTRAL KOMPOZİTLƏRİN ELEKTROOPTİKASI

H37 və 5CB maye kristalları ilə polimetilvinilpiridin (PMVP) və polietilenqlikol (PEQ) polimerləri əsasında fəza toruna malik maye kristal kompozitlər işlənib hazırlanmışdır. Alınan kompozitlərin stabilləşdirilməsi üçün mezogen maddə - heptiloksibenzoy turşusundan (HOBT) istifadə olunmuşdur. Polyarizasiya mikroskopiyası və işığın kiçik bucaq altında inteqral səpilməsi metodları ilə fəza torunun yaranmasının kinetikası tədqiq olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, H37 + PMVP+ HOBT və 5CB + PEQ + HOBT sistemlərində gel halının alındığı kritik konsentrasiyalar uyğun olaraq 7 % və 9 %-dir.

Alınan kompozitlərin otaq temperaturunda elektrooptik parametrləri təyin olunmuşdur. Alınan nəticələr sistemdə faza ayrılışının baş verməsi ilə, elektrooptik effektin baş verdiyi işçi sahənin kiçilməsi ilə, həmçinin polimerin çox olduğu oblastların polimerin az olduğu oblastlara təsiri ilə izah olunmuşdur.

B.H.Tağıyev, S.A.Abuşov, E.Q.Əsədov

$Ca(Al_xGa_{1-x})_2S_4$ BİRLƏŞMƏSİNİN ALINMASI VƏ LÜMİNESSENSİYA XASSƏLƏRİ

$Ca(Al_xGa_{1-x})_2S_4:Eu^{2+}$ kristallarının fotolüminessensiyasının (FL) həyəcanlanma və şüalanma spektrləri tədqiq edilmişdir. Şüalanma spektri Eu^{2+} ionunun $4f^65d^1 \rightarrow 4f^7(^8S_{7/2})$ keçidləri ilə bağlı olub, maksimumu 2.25eV olan geniş zolaq şəklindədir. Eu^{2+} konsentrasiyasının artması (5%-dən 7%-dək) FL-nın intensivliyini, demək olar ki, 3 dəfə artırır. FL spektrlərindən sıfır fonon xəttinin enerjisi (E_0=2.39eV), Stoks sürüşməsi müəyyən olunmuşdur. Alüminiumun konsentrasiyasının artması ilə şüalanma zolağının maksimumu qısa dalğa tərəfə sürüşür.

O.B. Tağıyev, F.A. Kazımova, T.Ş. İbrahimova

$EuGa_2S_4$ KRİSTALINDA ELEKTROLÜMİNESSENSİYANIN SAHƏ, TEMPERATUR VƏ TEZLİK ASILILIĞI

$EuGa_2S_4$ kristalında elektrolüminessensiya tədqiqatlarının nəticələri (şüalanma intensivliyinin sahədən, temperaturdan və tezlikdən asılılığı) verilmişdir. Göstərilmişdir ki, $EuGa_2S_4$ kristalında elektrolüminessensiyanın intensivliyi elektrik sahəsinin gərginliyindən asılı olaraq $\ln I \sim \frac{1}{\sqrt{U}}$ qanunu ilə dəyişir və şüalanma Eu^{2+} ionnun zərbə ilə ionlaşması hesabına baş verir.

H.S. Seyidli, N.M. Şükürov, M.Ş. Həsənova

$Cd_xHg_{1-x}T_e$ (0,18≤x≥0,30) MONOKRİSTALLARIN MAQNİTOOPİK XASSƏLƏRİ

Məqalə 6÷14 dalğa uzunluğu diapazonunda T=300K temperatur rejimində $Cd_xHg_{1-x}T_e$ (0,18≤x≥0,30) monokristallarında Faradey effektinin təcrübi tədqiqinə həsr olunmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, temperaturun T=80K qiymətində $Cd_xHg_{1-x}T_e$ monokristalının qalınlığı azaldıqca, onun tərkibi qeyri-monoton dəyişir. Bu monokristalın tərkibində irimiqyaslı, qeyri-bircins tərkiblərin mövcudluğu təcrübi olaraq təsdiq olunur.

A.I. İsayev, S.U. Atayeva, S.I. Mehdiyeva, V.Z. Zeynalov

Sm İLƏ AŞQARLANMIŞ, HALKOGENİD ŞÜŞƏVARİ YARIMKEÇİRİCİSİNİN OPTİK XASSƏLƏRİ

Sm ilə aşqarlanmış, $Se_{95}Te_5$ halkogenid şüşəvarı yarımkeçiricisində (HŞY), optik buraxma spektrinin tədqiqi əsasında, "qadağan olunmuş zonanın" optik eni, sındırma əmsalı, həmçinin ekstinksiya əmsalı təyin edilmişdir. Birostillyator modeli çərçivəsində, orta enerjili yarığı ilə əlaqəli olan ossillyator enerjisi E_0 və zona arası keçidlərin qüvvəsini xarakterizə edən dispersiya enerjisi E_d təyin olunmuşdu. Sm aşqarının optik və dispersiya parametrlərinə təsirini aşqar atomlarının paylanma xüsusiyyəti, kimyəvi əlaqələrin və koordinasiya ədədinin dəyişməsi ilə əlaqələndirmək olar.

G.P. Yablonskiy, M.S. Leonenya, B.H. Tağıyev, O.B. Tağıyev, T.Q. Nağıyev, S.Q. Əsədullayeva

$Ca_{0.5}Ba_{0.5}Ga_2S_4$: Eu,Er BƏRK MƏHLULLARININ FOTOLÜMİNESSESNİYASI

$Ca_{0.5}Ba_{0.5}Ga_2S_4$:Eu, Er kristalının fotolüminessensiyası (FL) 10÷300 K temperature intervalında tədqiq edilmişdir. $Ca_{0.5}Ba_{0.5}Ga_2S_4$:Eu, Er kristalında müşahidə edilən maksimumu 530nm olan geniş zolaqlı FL spektri Eu^{2+} ionunun $4f^65d \rightarrow 4f^7(^8S_{7/2})$ keçidi ilə, 650÷675 nm dalğa uzunlğunda müşahidə edilən şüalanma zolaqları isə Er^{3+} ionunun $^4F_{9/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ keçidi ilə bağlı olduğu göstərilmişdir. Aktivləşmə enerjisinin qiymətləri 0.1 və 0.16 eV təyin edilmişdir. Yaşama müddətinin τ_e=291ns qiymətindən istifadə edərək şüalanmasız keçid ehtimalı üçün uyğun olaraq $A_1=10^7$ san^{-1} və$A_2=10^6$san^{-1} hesablanmışdır.

S.Q. Abdullayev, M.Ş. Qocayev, F.A. Saddih

ELEKTRON-POZİTRON SƏPİLMƏSİNDƏ HİQQS BOZONUN YARANMASI

Standart Model çərçivəsində elektron-pozitron səpilməsi zamanı skalyar Higgs bozonun yaranması prosesi tədqiq edilmişdir: $e^-e^+ \Rightarrow He^-e^+$. Göstərilmişdir ki, annihilyasiya (səpilmə) diaqramı dörd spiral amplitudla təsvir olunur: $F_{LL}^{(a)}$, $F_{LR}^{(a)}$, $F_{RL}^{(a)}$ və $F_{RR}^{(a)}$ ($F_{LR}^{(s)}$, $F_{RL}^{(s)}$, $F_{LL}^{(s)}$ və $F_{RR}^{(s)}$), həmin amplitudlar $e_L^-e_R^+ \Rightarrow He_L^-e_R^+$, $e_L^-e_R^+ \Rightarrow He_R^-e_L^+$, $e_R^-e_L^+ \Rightarrow He_L^-e_R^+$ və $e_R^-e_L^+ \Rightarrow He_R^-e_L^+$ ($e_L^-e_R^+ \Rightarrow He_L^-e_R^+$, $e_R^-e_L^+ \Rightarrow He_R^-e_L^+$, $e_L^-e_L^+ \Rightarrow He_L^-e_L^+$ və $e_R^-e_R^+ \Rightarrow He_R^-e_R^+$) spiral proseslərə uyğundur. Spiral proseslərin effektiv kəsikləri üçün analitik ifadələr alınmış, e^-e^+-dəstələrinin enerjisinin $\sqrt{s} = 500$ GeV qiymətində Higgs bozonun bucaqlara və enerjiyə görə paylanmalar öyrənilmişdir.

ISSN 1028-8546

2014, volume XX, №3
Section: Az

MÜNDƏRİCAT

1. Kimyəvi çökdürmə prosesində çöküntü şəklində ayrılan PbS birləşməsinin optik xassələri
O.R. Əhmədov, M.H. Huseynəliyev, N. M. Abdullayev 3
2. Optik informasiyanın saxlanılması və iridium silisid nazik təbəqəsində kvant ölçü effektləri
E.Ə. Kərimov, S.N. Musayeva 6
3. Su-KBr sisteminin struktur xüsusiyyətləri
E.Ə. Məsimov, B.G. Paşayev, H.Ş. Həsənov, Ç.İ. Ibrahimov 9
4. Hərəkətin kvant inteqralları metodu və qeyri-stasionar Şredinger tənliyinin dəqiq həlləri
R. Q. Ağayeva 13
5. Elektron və deşik keçiricilikli yarımkeçiricilərin müxtəlif səpilmə mexanizmlərində yaranan elektrik rəqsləri
E.R. Həsənov, B.Z. Əliyev 16
6. Fotohəssas yarımkeçirici hissəciklərlə dispersiya olunmuş polimer dielektriklərdə açıq dövrə gərginliyi
N.Ə. Səfərov, S.X. Əliyeva 23
7. Elektrik sahəsinin təsiri ilə $CuGaS_2$ monokristalında yaranan döyünən cərəyan
İ. Qasımoğlu 25
8. Fiziki terminlər və ifadələr
A.İ. Muxtarov, M.A. Muxtarov, T.R. Mehdiyev, K.B. Qurbanov, E.A. Axundova, N.A. Axundova, N.İ. Hüseynova, S.İ.Əliyeva, E.Ə. Ələsgərova 28
9. **FİZİKA, 2014, vol. XX №3, section: En**buraxılışında dərc olunan məqalələrin qısa xülasəsi 52

www.physics.gov.az