



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ

**BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**

## **GƏLƏCƏYİN ALİMLƏRİ**

mövzusunda

Tələbələrin V Respublika elmi konfransının

## **MATERİALLARI**

Bakı, 12 -13 may 2020-ci il



**BAKİ - 2020**



**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ  
BAKI DÖVLƏT UNIVERSİTETİ**

# **GƏLƏCƏYİN ALİMLƏRİ**

*mövzusunda*

**TƏLƏBƏLƏRİN V RESPUBLİKA ELMİ KONFRANSININ**

## **MATERİALLARI**

*Bakı, 12-13 may 2020-ci il*

**Bakı – 2020**

“Gələcəyin alimləri” mövzusunda tələbələrin V respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 12-13 may 2020-ci il. Bakı: BDU, 2020.-228 səh.

ISBN: 978-9952-546-10-1

© Bakı Dövlət Universiteti, 2020

## **KONFRANSIN TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ:**

### **Sədr:**

Qənbərova Sevinc                      Fizika fakültəsi Tələbə Elmi Cəmiyyətinin sədri,  
Fizika fakültəsinin III kurs tələbəsi

### **Sədr müavinləri:**

Piriyyəva Dilarə                      Fizika fakültəsinin IV kurs tələbəsi  
Güləhmədov Orxan                    Fizika fakültəsinin II kurs magistrantı  
Məmmədov Hüseyn                    Fizika fakültəsinin III kurs tələbəsi  
Kərimzadə Gülnaz                    Fizika fakültəsinin II kurs tələbəsi

### **Üzvlər:**

Bəylərova Əminə                      Fizika fakültəsinin III kurs tələbəsi  
Məhərrəmov Ləman                    Fizika fakültəsinin II kurs tələbəsi  
Paşalı Zərifə                          Fizika fakültəsinin III kurs tələbəsi  
Heydərli Jalə                          Fizika fakültəsinin I kurs tələbəsi

## **KONFRANSIN PROQRAM KOMİTƏSİ:**

### **Sədr:**

M.Ə.Ramazanov

Fizika fakültəsinin dekanı, professor;

### **Sədr müavini:**

A.K. Orucov

Fizika fakültəsi Tələbə Elmi Cəmiyyətinin elmi rəhbəri, Ümumi fizika və fizikanın tədrisi metodikası kafedrasının dosenti;

### **Üzvlər:**

Rəcəbov M.R.,

Elmi fəaliyyətin təşkili və innovasiyalar Mərkəzinin Direktoru;

Hacıyeva Ş.N.

Fizika fakültəsinin elmi işlər üzrə dekan müavini;

Məmmədov V.U.

Fizika fakültəsinin tədris işləri üzrə dekan müavini;

Məhərrəmov M.H.

Fizika fakültəsinin sosial məsələlər və tələbələrlə iş üzrə dekan müavini;

Abdinov Ə.Ş.,

Fiziki elektronika kafedrasının müdiri;

Məsimov E.Ə.,

Maddə quruluşu kafedrasının müdiri;

Qasımova R.C.,

Optika və molekulyar fizika kafedrasının müdiri;

Salmanov V.M.,

Yarımkeçiricilər fizikası kafedrasının müdiri;

Əliyev M.N.,

Bərk cisimlər fizikası kafedrasının müdiri;

Ələkbərov E.Ş.,

Ümumi fizika və fizikanın tədrisi metodikası kafedrasının dosenti;

Paşayev F.H.,

Nanomaterialların kimyəvi fizikası kafedrasının müdiri;

Alısova K.İ.,

Astrofizika kafedrasının dosenti;

Mahmudov M.M.,

Bərk cisimlər fizikası kafedrasının dosenti;

Paşayev B.G.,

Optika və molekulyar fizika kafedrasının dosenti;

Hacıyeva L.S.,

Optika və molekulyar fizika kafedrasının dosenti;

Rəsulov E.A.,

Fiziki elektronika kafedrasının dosenti;

İsmailova R.N.,

Ümumi fizika və fizikanın tədrisi metodikası kafedrasının müəllimi;

### **Məsul katib:**

Ağayeva L.N.,

Maddə quruluşu kafedrasının müəllimi.

## PLENAR İCLAS

### GÜMÜŞ NANOHISSƏCİKLƏRİN NAFTALAN NEFTİNİN FOTOLÜMINESSENT XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

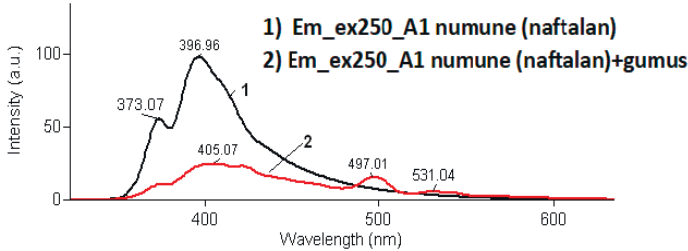
N.Gözəlova<sup>1</sup>, M.Ə.Ramazanov,\* F.V.Hacıyeva\*<sup>2</sup>

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)

Verilmiş işdə ilk dəfə olaraq gümüş nanohissəciklərinin naftalan neftinin fotolüminessensiya xassələrinə təsirinin tədqiqi öyrənilmişdir. Kimyəvi reduksiya üsulu ilə alınmış və stabilləşdirilmiş gümüş nanohissəciklərinin naftalan neftinin fotolüminessensiya intensivliyinin azaldığını və yeni maksimumların əmələ gəlməsi müəyyən edilmişdir.

Məlumdur ki, naftalan nefti dünyada həm fiziki-kimyəvi və bioloji xüsusiyyətlərinə görə, həm də müalicəvi xassələrinə görə analoqu olmayan yegane neft növüdür. Mənşəyinə görə, neftin digər sənaye növlərindən başqa, daha cəvandır və yüksək sıxlıqla, nisbətən yüksək miqdarda oksigenlə, siklik quruluşa malik yüksək molekullu üzvi birləşmələrlə xarakterizə olunur. Naftalan neftinin unikal xassələri onun tərkibində olan çoxsaylı karbohidrogenlərin, onların ayrı-ayrı fraksiyalarda birləşməsindən, həmçinin naften turşularının, azot və kükürd saxlayan birləşmələrin və sair təbiəti ilə əldə edilir [1-3].



Naftalan neftinin tərkibinin və fiziki-kimyəvi xassələrinin tədqiqinə dair xeyli ədəbiyyat məlumatlarına rast gəlinməsinə baxmayaraq, onun antibakterial, antiseptik, optik və digər xassələrinin tədqiqi və onun mexanizminə dair elmi nəticələrə çox az rast gəlinməkdədir. Nanotexnologiyanın inkişafı ilə məlum olmuşdur ki, bir çox metal və metal oksidi nanohissəcikləri güclü antibakterial və antiseptik xassələrə malikdir. Bu nanohissəciklərdən gümüş çox güclü antibakterial və antiseptik xassələrə malikdir. Fərz edilir ki, çoxsaylı müalicəvi xüsusiyyətlərə malik naftalan neftinə gümüş nanohissəciklərinin daxil edilməsi neftin antibakterial və antiseptik xassələrini gücləndirməklə bərabər həm də əlavə xassələr verə bilər.

Verilmiş işdə kimyəvi reduksiya üsulu ilə alınmış gümüş metal nanohissəciklərinin naftalan neftinin fotolüminessent xassələrinə təsiri öyrənilmişdir. Bunun üçün ilk olaraq gümüş nanohissəciklərinin sintezi və stabilləşməsi həyata keçirilmişdir. 100 ml 0,01 M AgNO<sub>3</sub> məhlulu 30 ml 0,5% setil-trimetilammonium məhlulu ilə 10 dəqiqə ərzində qarışdırılmışdır. Daha sonra 100 ml 0,03 M NaBH<sub>4</sub> ilkin məhlula əlavə edilir və

<sup>1</sup> nigar.gozelova.96@mail.ru

\* işarəsi ilə tələbələr elmi rəhbərləri göstərilmişdir.

20 dəqiqə ərzində intensiv qarışdırılır. Məhlulun rəngi dərhal tünd-qəhvəyi rəng alır, bu isə gümüş (Ag) nanohissəciklərinin alınmasını göstərir. Alınan gümüş kolloid məhlulu kənar və reaksiyaya daxil olmayan ionlardan təmizlənməsi üçün bir neçə dəfə distilə suyunda yuyulur və ultrasentrifuqadan keçirilir. Nanohissəciklər Petri qabına keçirilir və bir neçə gün açıq havada qurudulur [4].

Gümüş nanohissəcikləri daxil edilmiş və edilməmiş naftalan neftinin fotoluminessensiya xassələri tədqiq edilmişdir. Fotoluminessensiya spektrləri hər 2 nümunələri 250 nm dalğa uzunluqlu işıq şüaları ilə şüalandırılmaqla alınmışdır.

Müəyyən olunmuşdur ki, nanohissəciklər daxil edilməmiş naftalan neftinin fotoluminessent spektrində 373 nm və 397 nm dalğa uzunluqlarında maksimumlar müşahidə olunmuşdur. Təyin edilmişdir ki, bu maksimumlar naftalan neftinə məxsus luminessensiya pikləridir. Naftalan neftinin tərkibində bir çox doymuş və doymamış karbohidrogenlərin, o cümlədən aromatik karbohidrogenlərin olmasını nəzərə alsaq naftalan neftinin verdiyi fotoluminessensiyanın bu molekularda olan ikiqat rabitələrin, benzol nüvəsinin olması ilə izah etmək olar. Ag nanohissəcikləri daxil edilmiş naftalan neftinin fotoluminessensiya spektrlərinin təhlili göstərir ki, nanohissəciklərin daxil edilməsindən sonra 373 nm və 397 nm dalğa uzunluğundakı piklərin intensivliyi kəskin şəkildə azalmış və spektrlərdə gümüş nanohissəciklərinin təsiri ilə 497 nm və 531 nm dalğa uzunluğunda yeni fotoluminessensiya maksimumları əmələ gəlmişdir. Gümüş nanohissəciklərinə məxsus hər iki fotoluminessensiya piklərinin əmələ gəlməsini plazmonların səthindən elektron hərəkətinin relaksasiyası və sp- elektronların d-səviyyəsidəki dəşiklərlə uyğun olaraq rekombinasiyası ilə izah olunur.

#### **Ədəbiyyat**

1. В.А.Адигезалова, У.Ф.Гашимова, Х.Ф.Бабаев, П.А.Шукюрова О перспективе исследований биологических эффектов природных лечебных факторов, История науки и техники, №1, 2017, стр.52-56
2. В.А.Адигезалова, У.Ф.Гашимова, Л.П.Полякова Ранний этап физико-химических исследований нафталанской нефти История науки и техники, №2, 2016, стр.55-60.
3. У.Ф.Гашимова, В.А.Адигезалова Уникальная нефть Нафталанского месторождения Азербайджана История науки и техники, №4, 2016, стр. 59-63
4. T.Kisyelova, A.A.Novruzova, M.A.Ramazanov, A.Chianese, F.V.Hajiyeva Effect of the reactor configuration on the production of silver nanoparticles, Chemical Engineering Transactions, vol. 47, 2016, p.121-126

**ЭФФЕКТИВНОЕ СЕЧЕНИЕ РОЖДЕНИЯ ПАРЫ НЕЙТРАЛИНО  
ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ ПРОТОНОВ С ВЫСОКОЙ ЭНЕРГИЕЙ  
ПРИ УЧАСТИИ ВИРТУАЛЬНОГО  $Z^0$  БОЗОНА  
И СКАЛЯРНЫХ КВАРКОВ**

М.Р.Ализаде<sup>1</sup>, А.И.Ахмедов \*

*Бакинский Государственный Университет  
Физический факультет, II курс (магистрант)*

*В партонной модели вычислены эффективные сечения процесса рождения пары нейтралино при столкновении протонов с высокой энергией при участии  $Z^0$  бозона и скалярных кварков без и с учетом поляризации протонов.*

**Эффективное сечение процесса.** Мы для эффективного сечения процесса получили выражение [1,2]:

$$\sigma_\gamma = \frac{\lambda_{ij}}{288\pi s^2} |M_\gamma|^2 \text{ где } \lambda_{ij} = \frac{\sqrt{(s - m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 - m_{\tilde{\chi}_j^0}^2)^2 - 4m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 m_{\tilde{\chi}_j^0}^2}}{2}$$

Исследована зависимость эффективного сечения от степени поляризации сталкивающихся протонов. Эффективное сечение процесса было определено без и с учетом поляризации протонов.

Были получены следующие выражения для квадрата модуля инвариантной амплитуды:

1. с участием  $Z^0$  бозона без и с учетом поляризации

$$|M_Z|^2 = \frac{g^4}{2 \cos^4 \theta_w (\hat{s} - m_z^2)^2} \times \left[ a_{Z_q}^{s^2} + a_{Z_q}^s a_{Z_q}^L + \frac{1}{2} a_{Z_q}^{L^2} \right] \times$$

$$\times \left[ O_Z^{ij} O_Z^{ij*} \left[ (m_{\tilde{\chi}_j^0}^2 - \hat{u})(m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 - \hat{u}) + (m_{\tilde{\chi}_j^0}^2 - \hat{t})(m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 - \hat{t}) \right] \right.$$

$$\left. - m_{\tilde{\chi}_i^0} m_{\tilde{\chi}_j^0} \hat{s} (O_Z^{ij} + O_Z^{ij*}) \right]$$

$$|M_Z|^2 = \frac{g^4}{2 \cos^4 \theta_w (\hat{s} - m_z^2)^2} \times \left( a_{z_q}^{s^2} + a_{z_q}^s a_{z_q}^L + \frac{1}{2} a_{z_q}^{L^2} \right)$$

$$\left[ O_Z^{ij} O_Z^{ij*} \left( (m_{\tilde{\chi}_j^0}^2 - \hat{u})(m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 - \hat{u}) + (m_{\tilde{\chi}_j^0}^2 - \hat{t})(m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 - \hat{t}) \right) \right.$$

$$\left. - m_{\tilde{\chi}_j^0} m_{\tilde{\chi}_i^0} \hat{s} (O_Z^{ij} + O_Z^{ij*}) \right] (1 - \lambda_1 \lambda_2)$$

2.  $t$ - канал без и с учетом поляризации

$$|\overline{M}_t|^2 = \frac{g^4}{(\hat{t} - m_{\tilde{q}_i}^2)(\hat{t} - m_{\tilde{q}_k}^2)} \left( a_{\tilde{q}_i}^{L^*} a_{\tilde{q}_i}^L + a_{\tilde{q}_i}^{R^*} a_{\tilde{q}_i}^R \right) \left( a_{\tilde{q}_k}^L a_{\tilde{q}_k}^{L^*} + a_{\tilde{q}_k}^R a_{\tilde{q}_k}^{R^*} \right) \left( m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 - \hat{t} \right) \left( m_{\tilde{\chi}_j^0}^2 - \hat{t} \right)$$

$$|\overline{M}_t|^2 = \frac{g^4}{(\hat{t} - m_{\tilde{q}_i}^2)(\hat{t} - m_{\tilde{q}_k}^2)} \left[ a_{\tilde{q}_i}^{L^*} a_{\tilde{q}_i}^L (1 - \lambda_1) + a_{\tilde{q}_i}^{R^*} a_{\tilde{q}_i}^R (1 + \lambda_1) \right] \left[ a_{\tilde{q}_k}^L a_{\tilde{q}_k}^{L^*} (1 + \lambda_2) + a_{\tilde{q}_k}^R a_{\tilde{q}_k}^{R^*} (1 - \lambda_2) \right] \left( m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 - \hat{t} \right) \left( m_{\tilde{\chi}_j^0}^2 - \hat{t} \right)$$

3.  $u$  канал без и с учетом поляризации

<sup>1</sup> mohsunalizade@gmail.com



$$\begin{aligned}
 |\overline{M}_u|^2 &= \frac{g^4}{(\hat{u}-m_{\tilde{q}_e}^2)(\hat{u}-m_{\tilde{q}_c}^2)} \left( a_{q_{e'j}}^{L*} a_{q_{e'j}}^L + a_{q_{e'j}}^{R*} a_{q_{e'j}}^R \right) \left( a_{q_{ei}}^L a_{q_{ei}}^{L*} + a_{q_{ei}}^R a_{q_{ei}}^{R*} \right) \left( m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 - \hat{u} \right) \left( m_{\tilde{\chi}_j^0}^2 - \hat{u} \right) \\
 |\overline{M}_u|^2 &= \frac{g^4}{(\hat{u}-m_{\tilde{q}_e}^2)(\hat{u}-m_{\tilde{q}_c}^2)} \left( a_{q_{e'j}}^{L*} a_{q_{e'j}}^L (1-\lambda_1) + a_{q_{e'j}}^{R*} a_{q_{e'j}}^R (1+\lambda_1) \right) \times \\
 &\times \left( a_{q_{ei}}^L a_{q_{ei}}^{L*} (1+\lambda_2) + a_{q_{ei}}^R a_{q_{ei}}^{R*} (1-\lambda_2) \right) \left( m_{\tilde{\chi}_i^0}^2 - \hat{u} \right) \left( m_{\tilde{\chi}_j^0}^2 - \hat{u} \right)
 \end{aligned}$$

Как видно, выражения матричных элементов без поляризации и с поляризацией отличаются множителем  $(1-\lambda_1\lambda_2)$  для случая с  $Z^0$  бозоном, и множителями  $(1-\lambda_1)(1+\lambda_2)$  для  $t$  и  $u$  каналов. Действительно, при отсутствии поляризации одного или в обоих пучках сталкивающихся протонов выражения матричных элементов с поляризацией совпадает с без наличием поляризаций.

Эффективное сечение может увеличиваться и уменьшаться в зависимости от взаимного направления спинов сталкивавшихся протонов и оно максимально, когда направление поляризации сталкивающихся протонов противоположны.

### Литература

1. Ahmadov A.I., Boztosun I., Muradov R.Kh., Soylu A. and Dadashov E.A. Investigation of the neutralino pair production at LHC // International Journal of Modern Physics E, 2006, vol. 15, no 6, pp.1183-1208
2. Alizada M.R., Ahmadov A.I. Proton-proton collision at high energies // Bitlis Eren University Journal of Science, vol.8, 2019, pp.16-24

## **Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S TƏBƏQƏLƏRİNİN FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİ**

**A.E.İbrahimova, S.Ə.Cahangirova \***

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Fizika fakültəsi, I kurs (magistr)*

Vakuumda termik tozlanma üsulu ilə şüşə altlıq üzərində alınmış n-tip CdSe təbəqələrində, çökmə temperaturu 390-dan 550K-ə qədər artdıqda sərbəst elektronların konsentrasiyası və yürüklüyü uyğun olaraq  $5 \times 10^8$ -dən  $4 \times 10^{17}$ -ə və 10-dan  $30 \text{sm}^2/\text{v}$ -ə qədər dəyişir. 180-340K temperaturda elektronların yürüklüyü əsasən aşqarların ionlaşmış atomlara səpilməsi ilə təyin olunur. Təbəqələr 30-1100 nm olduqda fotohəssas olurlar, belə ki temperatur artdıqda fotohəssaslıq artır.

İşdə bərk məhluldan vakuum tozlanması üsulu ilə alınmış 250-3200 nm dalğa uzunluğu diapazonda yerləşən Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S təbəqələrində optik əmsallar təyin olunmuşdur. Bu zaman təbəqələrin qalınlığı (1390-2430) Rezerford səpilməsi üsulu ilə, qəfəs sabitləri isə rentgen difraksiyası əsasında müəyyən olunmuşdur. x 0.65 üçün isə heksaqonal olmuşlar.

Foto-(FL) və termoluminessensiyanın (TL) öyrənilməsi yolu ilə şüşə altlıq üzərində alınmış CdS nazik təbəqələrində müxtəlif temperaturalarda 250<sup>0</sup>C-yə qədər struktur və radioaktiv defektler tədqiq olunmuşdur. Bütün xarakteristikalar strukturdakı dəyişikliklərə işarə edən ardıcıl nəticələri, xırda və daha dərin defektlərin yaranmasını vermişdir.

CdSe təbəqəsinin qalınlığının və monokristalların orta ölçülərinin dəyişməsinə malik SiO<sub>x</sub>-CdSe birləşməsinin qaranlıq keçiriciliyi tədqiq olunmuşdur. Bu zaman otaq temperaturunda keçiriciliyin dəyişməsi və T > 320 K temperaturalarda aktivasiya enerjisi müşahidə olunmuşdur ki, SiO<sub>x</sub>-CdSe laylarında yükün daşınması, CdSe-de mövcud olan elektronlar üçün  $e\varphi \leq 0.25$  e V hündürlüklü potensial çəpər tərəfindən idarə olunur. Göstərilmişdir ki, qaranlıq keçiriciliyi və aktivasiya enerjisi, CdSe kristallarında keçiricilik zonasının ölçüləri dəyişdikcə dəyişirlər.

Həmçinin  $10^{17} \text{sm}^{-3}$  konsentrasiyaya malik aşqarlanmış p-CdS nazik təbəqələri alınmışdır. Bu təbəqələr yaxşı şəffaf keyfiyyətə malik InP və ya GaAs altlıqları üzərində yetişdirilmişlər. Bu texnikadan istifadə edərək, p-n keçidə malik CdS nazik təbəqələri alınmışdır. Lazer işıqlandırılmasının və temperaturun zamandan asılı olaraq müxtəlif xarakteristikaları, o cümlədən, termostimullaşdırılmış cərəyanlara, CdS təbəqəsinin fotoluminessensiyasına və fotohəssaslığına təsiri öyrənilmişdir. Bütün tədqiq olunan xarakteristikalar göstərir ki, nümunələr qeyri-bircinsdirlər.

I qrup elementlərinin (litium, natrium, mis və gümüş) kimyəvi piroliz üsulu ilə alınmış CdS təbəqələrinin elektrik, fotoelektrik və lüminessent xassələrinə təsirinə öyrənilməsi zamanı göstərilmişdir ki, 550nm-də maksimumu malik fotokeçiricilik zolağının və 510-540 nm-də emissiyanın yaşıl zolağının yaranması eyni mərkəz kadmium vakansiyaları ilə bağlıdır.

CdS təbəqəsinin litium ilə natrium ionları aşqarlanması zamanı bu zolaqların intensivliyinin artmasına və mis və ya gümüş ionları aşqarlanmadan sonra intensivliyin azalmasına, onlar qrup elementlərinin kadmium vakansiyaları ilə qarşılıqlı təsiri ilə əlaqədar ola bilər. Natrium ilə aşqarlanmış CdS təbəqəsinin xırda dənəciklərində natrium aşqarının çökməsi ilə bağlıdır.

Həmçinin mis və xlor ilə aşqarlanmış CdS və CdSe təbəqələrinin keçiriciliyi, fotokeçiriciliyi, optik udulması və spektral fotocavabı öyrənilmişdir. Bu zaman

müəyyən olunmuşdur ki, Cu və Se nisbətinin dəyişməsi ilə qaranlıq keçiricilik azalır və fotokeçiricilik artır. Aşqarlanmış təbəqələr üçün fotocavab müddəti 5-10 san təşkil edir və aşqarlanmamış təbəqələr üçün 100 san çox olur. Təbəqələrin optik udulması artır və spektral cavab, Cd-un konsentrasiyası artdıqca daha uzun dalğa uzunluğuna tərəf sürüşür.

## **FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ KOMPÜTER MODELƏRİNİN YERİ, ROLU VƏ DİDAKTİK İMKANLARI**

**T.M.Qasımzadə<sup>1</sup>, Y.Q.Nurullayev**  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, II kurs (magistr)*

*Yeni Təhsil Konsepsiyası tədrisdə fərdi yanaşmanın təşkilini tələb edir, dərstdə istifadə olunan kompüter modeli isə bunların həyata keçməsinə şərait yaradır. Kompüter modellərinin nümayişində verilən biliklər ən çox nəzəri-empirik olur. Bunlar ilk növbədə modelin hazırlanmasında istifadə olunan və ya həmin modelin əks etdirdiyi nəzəri biliklərə, ikinci mərhələdə isə imitasiya əsasında aparılan eksperimentdən alınmış empirik biliklərlə əlaqələndirilir.*

Orta Ümumtəhsil məktəblərində Fizikanın tədrisində nümayiş etdirilən maddi modellərlə yanaşı kompüterin köməyi ilə yaradılan virtual təcrübələr və modellər də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Kompüter modelləşdirilməsi güclü elmi istiqamət olub, artıq uzun müddətdir ki, məktəb təcrübəsində müvəffəqiyyətlə tətbiq olunur. Kompüter modelləşdirilməsi dünyanın dərk edilməsində özünə məxsus idrak metoduna və əsas vasitəyə çevrilmişdir. Mürəkkəb məktəb fizika eksperimentinin modellə əvəz olunması təbii reallığı, sistemin funksional xarakteristikasının öyrənilməsini və təqdim edilməsini, onun avtomatik idarə olunmasını, gözlə görünməsi mümkün olmayan proseslərin birbaşa sinifdə şagirdlərin gözləri önündə canlandırılaraq nümayiş edilməsini təmin edir. İdeal modellərin ən effektiv yaradılma üsulu kompüter modelləri hesab edilir. Onun mahiyyəti kompüterdə olan modelin kəmiyyət və keyfiyyətə alınmış nəticəsi ilə müəyyən edilir. Tədris prosesində kompüter modelləri fiziki hadisə və proseslərin riyazi modelləşdirilməsinə, eksperimentin modelləşdirilməsinə, təcrübə nümayişlərinə kömək edir. Bütün modellərin ümumi xassəsi onların bu və ya digər şəkildə həqiqəti əks etdirmə imkanlarına malik olmasıdır.

Kompüter modelləri (KM) məntiqi təfəkkürü inkişaf etdirmək imkanına malikdir. Modelin köməyi ilə mücərrədlik konkretləşir, aydın olmayan məsələlər, suallar aydınlaşır. Məsələn, kristaldan elektrik cərəyanı keçərkən baş verən fiziki prosesin yaxşı mənimsənilməsi üçün ideal kristal qəfəs modeli, Borun atom modeli ilə bağlı virtual təcrübə modeli şagirdlərə atomda baş verən proseslərin daha dərinləndirilməsinə imkan verir. Tədris kompüter modelləri informativliyə, əyaniliyə; istifadəçi ilə EHM-in dialoqu imkanlarına malikdir.

Kompüter modelindən müxtəlif didaktik məqsədlər üçün istifadə etmək olar.

Nümayiş kompüter modeli (NKM) bir təlim vasitəsi kimi, dinamik və statik əyaniliyin inkişafının yeni mərhələsini önə çıxarır, məktəbdə öyrənilən təbii hadisələrinin eksperimental əsasda mənimsənilməsinin yeni imkanlarını müəyyənləşdirir. O, prosesin dinamikasını göstərməyə imkan verir, öyrəniləcək materialların daha etibarlı və inamlı mənimsənilməsini təmin edir, laboratoriya işinin harada aparılmasından asılı olmayaraq bütün prosesi olduğu kimi göstərə bilir. Lakin yadda saxlamaq lazımdır ki, təklif olan kompüter modelləri sinifdə müəllimi əvəz edə bilməz, o, yalnız müəllimin köməkçisi ola bilər.

Kompüter modelləri şagirdlərin idrakı maraqlarını və aqli fəallığını yüksəldir, təlim prosesini daha intensiv, cəlbedici və əlverişli edir. Bütün bunlar şagirdlərin müstəqilliyini artırır, özünə inamı gücləndirir.

---

<sup>1</sup> *qasimzade.tomris@mail.ru*

Tədris kompüter modellərinin tətbiqi fizika tədrisi prosesini zənginləşdirir, materialın məzmununun daha yaxşı mənimsənilməsini, yüksək səviyyədə bilik və bacarıqlara nail olmağı, vaxta qənaət etməyi, ən başlıcası isə əyaniliyin yüksəlməsini təmin edir. Bütün bunlar kompüter modellərinin məktəbdə tətbiqinin aktuallığını göstərir.

#### **Ədəbiyyat**

1. Ş. Alizadə, İ.İsmailov. Fizikanın tədrisi metodikası. Bakı, 2018, 350 s.
2. Y.Nurullayev. Fizikanın tədrisi metodikası. Bakı, 2018, 200 s.

## **HD 206267 ULDUZUNUN SPEKTRİNDƏ H $\alpha$ VƏ H $\beta$ XƏTLƏRİNİN ASİMMETRİYASI**

**C.H.Səmədov<sup>1</sup>, C.N.Rüstəmov\***

***Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının***

***N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası, II kurs (magistr)***

*HD 206267 ulduzunun spektrində H $\alpha$  və H $\beta$  xətlərinin asimetriyasının tədqiqinin nəticələri verilmişdir. Bu ulduz spektral qoşa ulduz olduğu üçün onun tədqiqi spektral qoşa ulduzların təkamül xüsusiyyətlərini anlamaq nöqtəyi nəzərindən mühüm əhəmiyyət kəsb edir. HD 206167 ulduzunun spektral müşahidələri AMEA N.Tusi adına ŞAR-ın 2-m teleskopunun Kasseqren fokusunda eşelle spektrometrlə aparılmışdır.*

HD 206267 ulduzu (HR 8281, O6.5 V+O9V, V = 5.6) periodu 3.709784 gün olan spektral qoşa ulduzdur. Bu ulduz Trap 857 trapesiya ulduz sisteminin ən parlaq komponentidir və elmi ədəbiyyatda çox vaxt HD 206267 A kimi işarə olunur. Qeyd edək ki, trapesiya ulduz sistemləri dağınıq ulduz topaları kimidir və əsas fərq ondan ibarətdir ki, trapesiya ulduz sistemlərində daha az sayda ulduz olur. 1972-ci ildə HD 206267 ulduzunun yaxınlığında Cep X-4 (GS 2138+56) rentgen mənbəyinin aşkar edilməsi bu ulduza marağı daha da artırdı. Bu ulduzun spektral O spektral sinfinə mənsubluğu və spektral qoşa olması onun rentgen mənbəyi ola bilməsi ehtimalını xeyli artırır. HD 206267 ulduzunun digər fərqli və maraqlı cəhətlərindən biri də bu ulduz üçün ulduz küləyinin sürətinin böyük olmasıdır [1].

HD 206267 ulduzunun indiyə kimi aparılmış spektral tədqiqində əsas məqsəd bu ulduzun Cep X-4 rentgen mənbəyi ilə eyni olub olmamasını araşdırmaq olmuşdur. Əgər HD 206267 ulduzu rentgen mənbəyi olsaydı onun spektrində güclü şüalanma xətləri aşkarlanmalı idi [2]. Lakin indiyə kimi bu ulduzun  $\lambda\lambda 3750-6680$  ÅÅ spektral oblastında belə şüalanma xətləri aşkar edilməmişdir. Ona görə də HD 206267 ulduzun Cep X-4 rentgen mənbəyi ilə eyni olması fikri təsdiqini tapmamışdır. Bu ulduzun  $\lambda\lambda 3650-4950$  ÅÅ spektral oblastında alınmış spektral tədqiqi nəticəsində qərara gəlmişdir ki, baş komponentin ətrafında qeyri müntəzəm sıxlıqlı geniş örtük vardır [3, 4].

HD 206267 ulduzunun spektral müşahidələri AMEA-nın N.Tusi adına ŞAR-ın 2-m teleskopunun Kasseqren fokusunda 2011-2014-cü illərdə aparılmış və bu ulduzun 50 eşelle spektroqramı alınmışdır. Bütün eşelle spektroqramlar üçün ekspozisiya müddəti 15 dəqiqə olmuşdur. Spektral oblast  $\lambda\lambda 4000-7000$  ÅÅ, spektral ayırdetmə 14000, signal şum nisbəti (S/N)  $\sim 100$  - dir. Tədqiq olunan ulduzun bir gecə ərzində ardıcıl olaraq iki eşelle spektri alınmışdır. Bu eşelle spektrləri toplamaqla spektri kosmik zərrəciklərin izindən təmizləmək mümkün olmuşdur. HD 206267 ulduzunun spektrində aşağıdakı spektral xətlər eyniləşdirilmişdir: H $\alpha$ , H $\beta$ , HeII 5411, HeI 5875, NaI(5889.953, 5895.923). Ölçmələr zamanı DECH20 proqram qovluğundan istifadə edilmişdir [5]. Tədqiq olunan obyektin (HD 206267) spektrindən əlavə bu spektri işləmək üçün lazım olan aşağıdakı təsvirlər də alınmışdır: dark, flat field, Th-Ar və sky.

H $\alpha$  və H $\beta$  xətlərinin profillərini qurduqda bu profillərin asimetrik quruluşla malik olması aşkar edilmişdir. Bu asimetriya həm də zaman keçdikcə dəyişir. Bu asimetriya HD 206267 ulduzunun bir gecə ərzində (21/22.07.2011) alınmış 5 spektrləri əsasında araşdırılmışdır. Hər bir spektr üçün ekspozisiya müddəti 15

<sup>1</sup> janmamed@yahoo.com

dəqiqədir. Deməli bizim aşkar etdiyimiz dəyişkənlik təqribən 1 saatdan bir az çox müddət ərzində baş verir. Profilin asimetriyasını aşkar etmək üçün profilin müxtəlif dərinliklərdə, nisbi intensivliyin ( $I/I_0$ ) 0.80, 0.85, 0.90, 0.95 və 1.0 qiymətlərində xəttin eninin orta nöqtələri sınıq xətlə (bissektrisə) birləşdirilmişdir. Bu araşdırmalar sayəsində aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

- profillərdə güclü asimetriya əsasən 0.95 və 1.0 səviyyələri arasında aşkar edilir;
- 0.95 səviyyəsinə qədər profillər əsasən simmetrikdir;
- $H_\alpha$  və  $H_\beta$  xətlərinin profillərinin asimetriyası bir biri ilə əks fazada dəyişir,  $H_\alpha$  xəttində asimetriya qırmızı qanadda çox olduğu halda  $H_\beta$  xəttində sağ qanadda olur və əksinə.

$H_\alpha$  və  $H_\beta$  xətlərinin profillərinin nisbi intensivliyin 0.80, 0.85, 0.90 və 0.95 qiymətlərinə uyğun dərinliklərdəki eninin orbital periodun fazasından asılılıq ayrıləri qurulmuşdur. Bu ayrılərdən də alınmışdır ki, ən böyük dəyişkənlik nisbi intensivliyin 0.90 və 0.95 qiymətlərində müşahidə olunur.

Məlumdur ki,  $H_\alpha$  xətti ulduzun ətrafındakı örtük və ulduzdan maddə itkisi haqqında informasiya mənbəyidir. Ona görə də bu xəttin spektral tədqiqi ulduzətrafi örtükdə baş verən fiziki proseslərin mahiyyətini anlamaq, maddə itkisinin dəyişkənliyi haqqında məlumat əldə etmək nöqtəyi nəzərindən mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

#### **Ədəbiyyat**

1. Abt H.A., The ages and dimensions of Trapezium systems. *Astrophys. J.*, V 304, 1986, pp. 688-694.
2. Ulmer M.P., Baity W.A., Wheaton W.A. et al., New Transient Source, Cepheus X-4, Observed by OSO-7. *Astrophys. J.*, 184, 1973, pp.L117-L120
3. Галкина Т.С., Спектральные наблюдения HD 206267, отождествляемой с рентгеновским источником Сер X-4. *Изв. Крымской Астрофиз. Обсерв.*, 1981, 63, с.86-92
4. Crampton D., Redman R.O., Binary O star HR 8281, *Astron. J.*,80, 1975, pp.454-457
5. Галазутдинов Г.А., Обработка астрономических спектров в ОС Windows с помощью программ DECH. Препринт CAO РАН, 1992, № 92, с.75

## DETERMINATION OF CONFORMATION AND DIMENSIONS OF POLYETHYLENE GLYCOL MACROMOLECULE IN THE SYSTEMS WATER-PEG-KOH

**N.F.Orujova<sup>1</sup>, B.G.Pashayev\***  
*Baku State University*  
*Physics faculty, II course (master)*

Here, the kinematic viscosity of water-polyethylene glycol-KOH systems at temperature 293.15 K and 0-0.05 molar part of KOH, and at a concentration range of 0-5 g/dl of polyethylene glycol was investigated, polyethylene glycol molecules with a molecular weight of 1000, 1500, 3000, 4000 and 6000 were taken. Based on the experimental estimates of the kinematic viscosity, at the studied range of concentration interval intrinsic viscosity of studied solution, Haggins constant, the  $\alpha$  parameter included in the Mark-Kuhn-Houwink formula, swelling coefficient of polyethylglycol macromolecule and etc.

Since all biological processes occur in water, studying the conformation and sizes of macromolecules of biologically important polymers in the water environment is an interesting. One of such polymers is polyethylene glycol (PEG). PEG does not have a bad effect on the body's immune system [1, 2]. When PEG is soluble in water, due to the interaction between PEG macromolecules and water molecules, both the structure of water, size and conformation of macromolecule change[3].

In this work, we studied the kinematic viscosity of water-PEG-KOH systems.

Table 1

### Dependence of parameter $\alpha$ in Mark-Kuhn-Hawing formula on the KOH concentration ( $x$ ) on the water-PEG-KOH systems ( $T=293.15$ K).

$x$	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
$\alpha$	0,715	0,708	0,693	0,693	0,678	0,683

As can be seen from Table 1, the  $\alpha$  parameter partially decreases with increasing KOH concentration. This indicates, with increasing concentrations of KOH in the solution, at least this molecular coil is accumulated, that is, the size of the PEG macromolecule decreases.

Table 2

### Dependence of the root-mean-square distance ( $\langle h \rangle$ and $\langle h_{\theta} \rangle$ , $\text{\AA}$ ) in the water-PEG-KOH systems and the $\theta$ -solvents chosen according to these systems on the KOH concentration ( $x$ ) ( $T=293,15$ K).

$x$	PEQ-1000	PEQ-1500	PEQ-3000	PEQ-4000	PEQ-6000
$\langle h \rangle, \text{\AA}$					
0	25,33	32,28	45,86	54,22	72,67
0,01	24,92	31,95	45,74	53,63	70,99
0,02	24,79	31,79	45,24	53,57	69,64
0,03	24,87	31,73	45,04	53,03	70,24
0,04	24,72	31,52	44,60	53,03	68,76
0,05	24,35	31,47	44,63	52,63	68,13

<sup>1</sup> nilufarorujova@gmail.com



$\langle h_{\theta} \rangle, \text{Å}$					
<b>0</b>	21,60	26,46	37,42	43,20	52,91
<b>0,01</b>	21,75	26,64	37,67	43,50	53,27
<b>0,02</b>	22,08	27,04	38,25	44,16	54,09
<b>0,03</b>	21,88	26,80	37,90	43,76	53,60
<b>0,04</b>	22,20	27,19	38,45	44,40	54,37
<b>0,05</b>	22,05	27,01	38,19	44,10	54,01

As can be seen from Table 2, the root-mean square distance between the edges of the excited PEG macromolecule increases with the increase in the molar mass of the PEG, decreases with increasing concentrations of KOH in solution.

### References

1. Sung J.H., Lee D.C., Park H.J. *Polymer*, 2007, Vol. 48, p.4205-4212.
2. Shulyak I.V., Grushova E.I. *Russian Journal of Physical Chemistry*, 2013, vol. Masimov E.A, Pashayev B.G., Orujova N.F. Conference Proceedings, Modern Trends In Physics Baku, 01-03 May, 2019, p. 191-195.
3. Masimov E.A, Pashayev B.G., Orujova N.F. Conference Proceedings, Modern Trends In Physics Baku, 01-03 May, 2019, p. 191-195.

## LAZER ŞÜALANMASININ İONLAŞMAYA TƏTBİQİ

**S.Y.Quliyeva<sup>1</sup>, A.K.Orucov \***

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Fizika fakültəsi, I kurs ( magistrant)*

Sənaye müəssisələrindən və nəqliyyat vasitələrindən təbiətə buraxılan yanma məhsulları adətən tüstü şəklində olurlar və ətraf mühitə zərər verirlər. Yanacağı növündən asılı olaraq tüstünün tərkibində müxtəlif qazlar, üzvi və qeyri-üzvi birləşmələrin kiçik kristal hissəcikləri və digər zərərli maddələr olur. Zərərli tüstünün tərkibini zərərsizləşdirmək üçün müxtəlif metodlar vardır. Bu metodlardan biri elektrik hadisələrinə əsaslanır, lakin elektrik hadisələri ilə bu məsələni həll etmək uzun müddətdir ki, diqqətdən kənar qalmışdır. Belə ki, indiyə qədər çıxan qazların hansı üsulla ionlaşdırılması məsələsi tam olaraq öz həllini tapa bilməmişdir. Məlumdur ki, normal şəraitdə havanın elektrik sahəsinin təsiri ilə deşilməsi üçün elektrik sahəsinin intensivliyi  $E=3 \cdot 10^4$  V/sm tərtibində olmalıdır. Bu isə kifayət qədər böyük sahə deməkdir. Ona görə də, birbaşa elektrik sahəsinin köməyi ilə ionlaşdırmanı aparmaq energetik cəhətdən və təhlükəsizlik texnikası cəhətdən əlverişli deyildir. Lakin ionlaşmanın digər növlərindən, məsələn, taclı boşalmadan, elektron zərbəsi ilə ionlaşmadan, ion zərbəsi ilə ionlaşmadan istifadə etməklə yuxarıda göstərilən məsələni həll etmək olar. Bu üsul digər qaz boşalması növlərindən əhəmiyyətli olsa da kristal hissəciklərini tam saxlamaq mümkün olmur. Qeyd edilən məsələni həll etmək üçün ən təmiz və səmərəli metod intensiv lazer şüalanması ilə qazı ionlaşdırmaq üsuludur. İşin məqsədi və vəzifəsi optik lazer şüalanmasına əsaslanaraq ionlaşma yaratmaqla elektrodların səthində və qaz olan fəzada plazmanın xassələrini və xarakteristikalarını öyrənməklə lazer elektrosüzgəcləri yaratmağın mümkünlüyünü tədqiq etməkdir. Bunun üçün müxtəlif materiallardan hazırlanmış elektrodların səthində və qaz olan fəzada optik plazmanın işıqlanmasının mühitdə paylanmasını tədqiq etmək, optik qaz boşalmasının sərhəd şərtlərini müəyyən etmək, səth və həcm plazmasının spektral xarakteristikalarını ölçmək, çoximpulslu lazer şüalanmasının səth və həcm plazmasının xarakteristikalarına təsirinin öyrənilməsi kimi məsələləri həll etmək lazımdır. Bu məqsədlə böyük impulsa malik rubin və neodim lazerlərindən istifadə etmək olar, belə lazerlərin parametrləri aşağıdakı kimidir: Bir impulsdakı enerji 1 C-a bərabərdir, yarımının davam etmə müddəti 30 nsan-dir. Pik gücü 30 MVt-dir. Hal-hazırda bundan da güclü impuls lazerləri mövcuddur. Lazer şüalanmasını fokus məsafəsi  $F$  bir neçə sm olan linza vasitəsilə elektrodun səthinə və yaxud işçi kameranın istənilən nöqtəsinə fokuslayırlar. Bu cür lazerlər fokal müstəvidə  $r=10^{-2}$  sm olan dairəvi ləkə yaradır. Fokus nöqtəsində maksimal enerji selinin sıxlığı  $S=105$  MVt/sm<sup>2</sup> lazer şüasındakı elektrik sahəsin intensivliyinin kvadratikorta qiyməti isə  $E=6$  MV/sm-dir. Bu sahə intensivliyi adi havanın deşilmə sahəsindən təxminən 1000 dəfə çoxdur. Elektrik sahəsinin intensivliyi ilə  $S$  arasındakı əlaqə aşağıdakı kimidir:

$$E = \sqrt{4\pi S/c} = 19\sqrt{S} \text{ V/sm.}$$

Qaz boşalmasının aşağı sərhədini təcrübi müəyyən etmək üçün lazer şüasını işçi kameranın içində müəyyən bir yerə fokuslayırlar və kameraya müxtəlif təzyiqlərdə tədqiq olunan qaz buraxılır. Qaz boşalması lazer şüalanmasının gücünü dəyişməklə

<sup>1</sup> *saida.quliyeva.97@bk.ru*

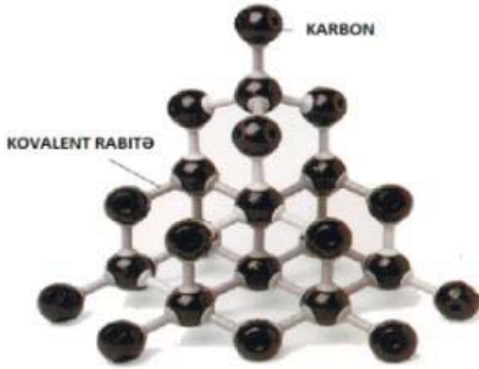
yaranan işıqlanmaya əsasən müəyyən edirlər. Optik boşalma baş verməsi üçün elektronların konsentrasiyası  $n_e$ -nin böhran (kritik) qiyməti  $10^8 \text{ sm}^{-3}$  olmalıdır, bu qiymət plazmanın başlanğıc fazasına uyğun gəlir. Səthin qeyri-bircinslərindəki udulma zamanı lokal nöqtələrdə temperatur və təzyiq artır ki, bu da qeyri-bircinsliklər ətrafında plazmanın yaranmasına şərait yaradır.

## YARIMKEÇİRİCİ MATERİALLARDA DİSLOKASIYA

**Ç.Y.Abbasova<sup>1</sup>, V.H.Səfərov \***  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, I (magistrant)*

*Yarımkəçirici materiallarda müxtəlif fiziki təsirlərin nəticəsində defektlər yaranır. Bu defektlər istilik, nöqtəvi, xətti ola bilər. Xətti defektlər yarımkəçiricilərdə dislokasiya adlanır.*

Məlum olduğu kimi bir çox yarımkəçirici materialların atomları tetraedrik koordinasiya quruluşuna malikdirlər. Bu almaz, sfalerit, vyursit tipli quruluşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, bir sıra yarımkəçiricilər –oksidlər, nitridlər və karbidlər NaCl (belə quruluşa periodik sistemdə eyni qrupda nömrələri arasında fərq böyük olan iki element arasındakı birləşməyə deyilir) növlü quruluşa malikdir. Belə yarımkəçiricilərdə mövcud olan dislokasiya ion kristallarındakına bənzəyir. Əsas elementar yarımkəçirici olan Si, Ge,Se-nə almaza bənzər quruluş xasdır (Şəkil 1).



**Şək. 1.** Almaz quruluşu      **Şək. 2.** Sfalerit quruluş.

Almaz və Sfalerit elementar qəfəs quruluşları arasındakı fərq almaz qəfəs quruluşun bir kimyəvi element atomlarından təşkil olması (Şəkil 1), sfalerit qəfəs quruluşu isə iki tip ardıcıl təkrar olunan elementlərin yaratdığı kimyəvi birləşmədir (Şəkil 2).

Vyursit tipli qəfəsə misal olaraq ZnS,CdSe,CdS göstərmək olar.Belə tip quruluşlarda dislokasiyanı (qəfəs quruluşunda nizamsızlığı müxtəlif yollarla yaratmaq mümkündür. Buna misal olaraq mövcud quruluşa aşqarların daxil edilməsini və xarici mexaniki qüvvənin təsiri altında qəfəs quruluşunda müxtəlif növlü dislokasiyalar yaratmaq olar. Mexaniki deformasiyanın təsiri altında yarımkəçiricinin elektrik, optik xassələrinə təsir etməklə onun yeni xüsusiyyətlərə malik olmasını həyata keçirmək olur. Buna misal olaraq deformasiya nəticəsində yarımkəçiricinin elektrik keçiriciliyin dəyişməsi nəticəsində tenzohəssas cihazın düzəldilməsinə imkan verir.

<sup>1</sup> [chichek.1996@gmail.com](mailto:chichek.1996@gmail.com)

**Ədəbiyyat**

1. Ван Бюрен, Дефекты в кристаллах, пер. с англ., М., 1962;
2. Фридель Ж., Дислокации, пер. с англ., М., 1967;
3. Хирт Дж., Лоте И., Теория дислокаций, пер. с англ., М., 1972;
4. Косевич А. М., Дислокации в теории упругости, К., 1978;
5. Dislocations in solids, ed. by F. R. N. Nabarro, v. 1-5, Amst.- [a.o.], 1979-80.

# **BÖLMƏ 1**

## **NƏZƏRİ FİZİKA**

### **QARA DƏLİKLƏRDƏ İNFORMASIYA PARADOKSU. HOLOQRAFİK PRİNSİP**

**İ.Ə.Nəhmədov<sup>1</sup>, M.R.Rəcəbov\***

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Fizika fakültəsi, III kurs*

Bildiyimiz kimi qara dəliklər ulduzun nüvəsindəki enerjinin tükənməsi nəticəsində çökməsi ilə yaranan cisimlərdir. Klassik Mexaniki təsəvvürlərə görə çökən ulduzla bağlı parametrlər ümumilikdə saxlanılırdı. Həmçinin klassik mexaniki olaraq çökən ulduz müşahidəçi tərəfindən birmənalı olaraq müşahidə edilə bilirdi. Lakin kvant mexanikası bu təsəvvürlərə zidd olaraq çökən ulduzla bağlı informasiyanın itiriləcəyi nəticəsinə varırdı. İlk dəfə ingilis fiziki Stephen Hawking və onun tərəfdarları tərəfindən irəli sürülən teoremdə fırlanma hərəkətində olmayan qara dəliklər  $M$  kütlə  $Q$  elektrik yükü və  $J$  bucaq momenti ilə xarakterizə olunurdu. Onu da qeyd edək ki, qara dəliklərə daxil olan cisimlə bağlı informasiya da itiriləcəkdir. Və bu informasiya qara dəliklərin Hawking şüalanması ilə yox olacaqdır. Lakin bu zaman qara dəlik Hokinq şüalanması ilə yox olarkən informasiyanın şüalanma ilə birlikdə getdiyini düşünmək də olmaz. Qara dəliklərdə informasiya paradoksu problemi Stephen Hawking tərəfindən kvant mexaniki qeyri-müəyyənliyində sərhədlərini aşan bir proses kimi fərz olunurdu. Lakin bu fərziyyə bir çox fizikləri narahat etməkdəydi.

Verilmiş vəziyyətdən çıxış yolu ilk dəfə Gerard Hooft tərəfindən Holoqrafik prinsip adlanan prinsipdə verildi. Sonralar Leonard Susskind Hooftun fikirlərinə özününküləri də əlavə edərək bu prinsipi konkret bir sim nəzəriyyəsi kimi formalaşdırdı.

Holoqrafik prinsip bir fəzanın həcmnin ikiölçülü səth üzərinə köçürülə biləcəyini iddia edən sim nəzəriyyəsi və kvant qravitasiya nəzəriyyələrinin bir xassəsidir. Bu prinsipə əsasən qara dəliyə düşən cisim onun ikiölçülü səthinə köçürüləcəkdir. Holoqrafik prinsip informasiya paradoksu problemini sim nəzəriyyəsi oblastında həll etdi.

#### **Ədəbiyyat**

1. Hawking S.W. 1965. Occurrence of singularities in open universes. Phys. Rev. Rev. Lett. 15, 689-690
2. Hawking S.W. 1975. Particle creation by black holes. Comm. Math. Phys.43,199-220
3. Hawking S.W., ve Penrose.R 1970. The singularities of gravitational collapse and cosmology. Proc. Roy. Soc. London A314,529-48
4. Hodges A.P 1982. Twistor diagrams. Physica 114A, 157-75

---

<sup>1</sup> *nehmedovibrahim6@gmail.com*

## ULDUZLARIN MƏNŞƏYİ VƏ TƏKAMÜLÜNÜN İLK MƏRHƏLƏSİ

**J.B.Heydərli<sup>1</sup>, K.İ.Alısova \***  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, I kurs*

Ulduzlar kainatda ən çox yayılmış göy cisimləridir. İndiyədək bizə məlum olan Kainat obyektlərinin kütləsinin 98%-dən çoxu ulduzlara məxsusdur. Günəş də bu ulduzlardan biridir. Müasir təsəvvürlərə görə ulduzlar ulduzlararası fəzada qaz-toz mühitindən ibarət qeyri-bircins diffuz materiyanın qravitasiya sıxılması nəticəsində əmələ gəlir. Diffuz qaz-toz maddəsindən ulduz və onların kompleksinin əmələ gəlməsi üçün bu maddə ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə sıxılmalıdır. Belə sıxılma qravitasiya kollapsı adlanır. Qravitasiya kollapsının baş verməsi üçün baxılan həcmdə kütlə müəyyən böhran qiymətinə malik olmalıdır. Bu böhran kütləsinin özü isə mühitin temperaturundan, sıxlığından və orta nisbi molekulyar kütləsindən asılıdır.

Qravitasiya kollapsı başlayan anda protoulduz yaranır. Protoulduzun sıxılmaqda davam etməsi üçün sıxılma nəticəsində yaranan istilik, mühiti tərk etməlidir; əks halda qaz təzyiqi böyüyərək sıxılmanın qabağını alardı. Protoulduz infraqırmızı şüalara tam şəffafdır. Odur ki, protoulduz güclü infraqırmızı şüalanma mənbəyi olmalıdır.

Ulduzların daxilində istilik nüvə reaksiyaları baş verir. Bunun hesabına ulduzun daxilindəki enerji kosmosa şüalanır və o işıq saçır. Ulduzlar, dumanlıq dediyimiz ulduz əmələgəlmə sahələrindən yaranırlar.

Ulduzların kütləsi onların təkamülündə mühüm rol oynayır. Onların temperatur və diametrləri isə mövcud olduqları müddətdə daim dəyişir. Ulduzların işıqlılıqlarının temperaturdan asılılığı Hersşprung-Ressel diaqramı vasitəsi ilə təyin olunur. Həmçinin ulduzun bu diaqramdakı yeri onun yaşını və təkamülün hansı mərhələsində olduğunu təyin etməyə imkan verir.

### Ədəbiyyat

1. Elmegreen, B. G.; Lada, C. J. (1977). "Sequential formation of subgroups in OB associations". *Astrophysical Journal*, Part 1. **214**: 725–741. Bibcode:1977ApJ...214..725E. doi:10.1086/155302.
2. ↑ Getman, K. V.; et al. (2012). "The Elephant Trunk Nebula and the Trumpler 37 cluster: contribution of triggered star formation to the total population of an H II region". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. **426** (4): 2917–2943. arXiv:1208.1471 . Bibcode:2012MNRAS.426.2917G. doi:10.1111/j.1365-2966.2012.21879.x.
3. ↑ Kwok, Sun (2000). *The origin and evolution of planetary nebulae*. Cambridge astrophysics series. **33**. Cambridge University Press. pp. 103–104. ISBN 0-521-62313-8.
4. ↑ <https://web.archive.org/web/20080206074842/http://www.nso.edu/PR/answerbook/magnitude.html>
5. ↑ R.Ə.Hüseynov Ümumi astrofizika Bakı, "Bakı Universiteti" nəşriyyatı, 2010
6. ↑ [Jump up to:](#)<sup>1 2</sup> R.Ə.Hüseynov, *Astronomiya*, Bakı 1997.
7. ↑ R.Ə.Hüseynov, *Astronomiya*, "Maarif" nəşriyyatı, Bakı, 1997

<sup>1</sup> [jale.heyderova.07@mail.ru](mailto:jale.heyderova.07@mail.ru)

## KVARK KLASTERLƏRİNİN NƏZƏRƏ ALINMASI İLƏ nn SƏPİLMƏSİ

**N.V.Mustafayeva<sup>1</sup>, S.Q.Əbdülvahabova**  
*Bakı Dövlət Universiteti*

Kvark klasteri modelindəki nüvə [1] klaster torbalarından ibarətdir. Hər bir nuklon üç kvarkdan ibarət olub, kvarklar nüvənin örtük modelində olduğu kimi hərəkət edir: onlar müəyyən "orta" sahədə və ya özünə uyğun sahədə hərəkət edir. Bu yanaşmada hər bir kvark tək hissəcikli dalğa funksiyası ilə təsvir olunur. Dalğa funksiyasının fəza hissəsi simmetrik olacaq, çünki bütün kvarkların fəza funksiyaları eynidir.

Əgər klassik kvark hipotezini qəbul etsək, onda adron səpilməsini Glauber formalizmi çərçivəsində ən yüngül nüvələrin səpilməsi ilə bənzərdə bilirik.

Glauber nəzəriyyəsinə görə nn səpilməsinin amplitudu [2] şəkilində yazıla bilər:

$$f(q) = \frac{ik}{2\pi} \int \exp(iqb) \langle \Psi | \Gamma(b) | \Psi \rangle db \quad (1)$$

$\Gamma(b)$ -profil funksiyası

$$\Gamma(b) = 1 - \prod_{j=1}^A [1 - \gamma_j(b - b_j)] \quad (2)$$

Burada q-ötürülən impuls, k-səpilən neytronun dalğa vektoru, -səpilən neytronun dalğa funksiyası, b-təsir parametrisinin vektoru,  $\gamma_j(b)$ -elementar neytron-nuklon qarşılıqlı təsir funksiyasıdır.

Neytronlar üçün radial dalğa funksiyası olaraq, ossilyator-klaster modelinin funksiyasını götürmək olar

$$\Phi = \phi(r_1)\phi(r_2)\phi(r_3)\chi(R) \quad (3)$$

Burada  $r_1, r_2, r_3$  və R uyğun olaraq, daxili koordinatlar və kütlə mərkəzinin koordinatlarıdır.

$$R = \frac{r_1 + r_2 + r_3}{3} \quad (4)$$

Kütlə mərkəzinin hərəkəti kiçik ötürülən anda spesifik prosesləri nəzərdən keçirməyə imkan verir. Aşağıdakı münasibətdən istifadə edək:

$$R = \frac{r_{a_{i-2}} + r_{a_{i-1}} + r_{a_i}}{3} \quad i=1,2,3,\dots,9 \quad (5)$$

və

$$\phi(r) = (\sqrt{\pi}R^2) \exp\left(-\frac{r^2}{R^2}\right) \quad (6)$$

Onda səpilmənin amplitudu [1] kimi yazıla bilər:

$$f(q) = \left(\frac{ik}{2\pi}\right) \int db \exp(iqb) (\delta_{mn} \delta_{MN}) - \text{Det} |\delta_{mn} \delta_{MN} - \langle M | \prod_{i=1}^3 \prod_{j=1}^3 (1 - \gamma(b - s_i + r_j)) | N \rangle| \quad (7)$$

Bu ifadədə  $|N\rangle$  və  $\langle M|$  kvant ədədləri ilə təsvir olunan səpilən neytronun tək hissəcikli hallarıdır.

Klaster modellərində hesablanan dalğa funksiyalarının çoxölçülü Qausoidə istifadəsi bizə səpilmə amplitudunu çoxdəfəli səpilmə seriyası şəklində yazmağa imkan verir. Bu öz növbəsində çoxdəfəli səpilmə zamanı meydana gələn dəqiqliyi itirmədən, səpilmə amplitudunu analitik hesablamağa imkan verir.

<sup>1</sup> nigar.mustafayeva78@gmail.com



Nüvədə kvark torbalarının olması, hazırda məlum olan bir sıra eksperimental faktları sadəcə izah etməyə imkan verir.

**Ədəbiyyat**

- 1.Дорохов А.Е., Каноков З.И., Рахимов А.М. // Я.Ф., 1989, том 50, вып. 3(9), с. 790-796.
- 2.Glauber R. High Energy Physics and Nuclear Reactions. N.Y.: Plenum Press, 1970, p. 207.
- 3.S.Q.Abdulvahobova Journal of Qafqaz University, 2010, №29, Volume 2, p.112-117.

## AXIAL-VECTOR FORM FACTOR OF NUCLEON IN THE ADS/QCD MODELS

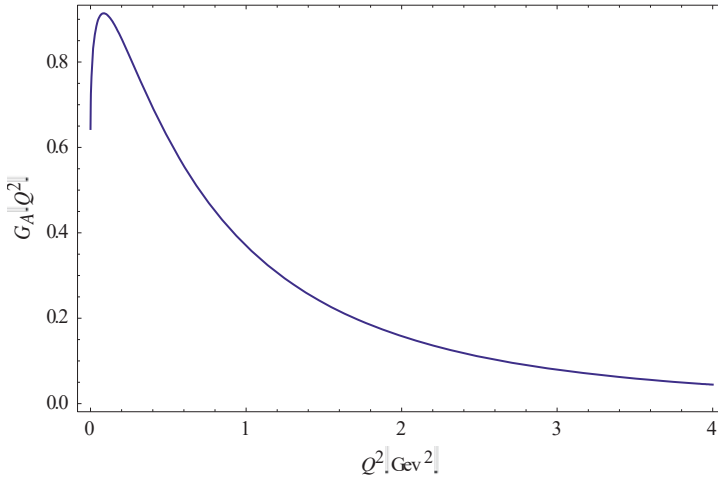
I.I.Atayev<sup>\*</sup>, Sh.A.Mamedov<sup>\*,\*\*</sup>, G. C. Shahverdiyeva<sup>1\*</sup>

<sup>\*</sup> *Physics Institute of Azerbaijan National Academy of Sciences,*

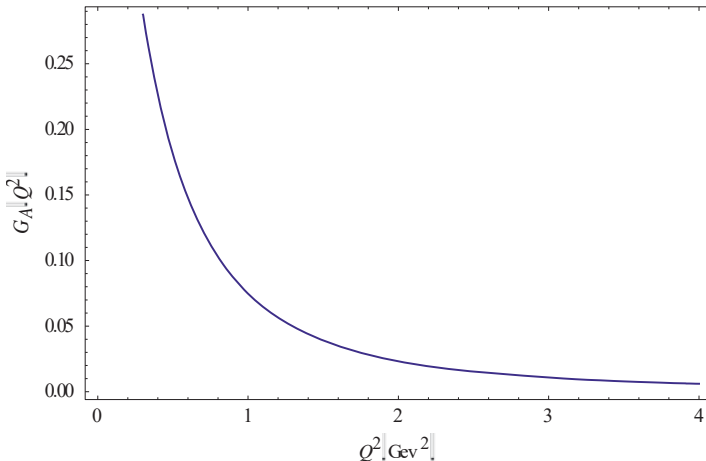
<sup>\*\*</sup> *Institute for Physical Problems and Theoretical physics department, Physics  
faculty, Baku State University,*

<sup>\*\*\*</sup> *National Nuclear Research Center of Azerbaijan*

In this work we calculated axial-vector form factor of nucleon both in the framework hard-wall and soft-wall model of AdS/QCD. We constructed plots of  $G_A(q^2)$  form factor for  $Q^2 = 0$  using MATHEMATICA package in the hard-wall (Fig.1) and soft-wall model(Fig.2). The hard-wall result of axial-vector form factor obtained here a good agreement with the existing experimental data and with the results of different theoretical approaches.



**Fig.1.** Numerical result for  $G_A(Q^2)$  form factor in the hard-wall model.



**Fig.2.** Numerical result for  $G_A(Q^2)$  form factor in the soft-wall model

<sup>1</sup> [gunel.sahverdiyeva1993@gmail.com](mailto:gunel.sahverdiyeva1993@gmail.com)

**References**

1. J.M.Maldacena. The Large N limit of Superconformal Field Theories and Supergravity, Adv. Theor. Math. Math. Phys. **2**, 231 (1998) [Int. J. Theor. Phys. **38**, 1113 (1999)] 9711200.
2. E.Witten. Anti De Sitter Space and Holography, Adv. Theor. Math. Math. Phys. **2**, 253 (1998) 9802150 .
3. S.S.Gubser, I.R.Klebanov and A.M.Polyakov. Gauge Theory Correlators from Non-Critical String Theory , Phys. Lett.B **428** ,105 (1998) 9802109.
4. J.Erlich, E.Katz, D.T.Son and A.M. Polyakov. QCD and Holographic Model of Hadrons, Phys. Rev. Lett.**95**,261602 (2005) 0501128.

## İŞIQ KVANTLARI

N.R.Vahidli<sup>1</sup>, G.C.Abbasova \*

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Fizika fakültəsi*

*Klassik mexanikadan məlumdur ki, harmonik ossilyatorun enerjisi kəsilməz olaraq dəyişir. Lakin Plankın irəli sürdüyü kvant hipotezinə görə ossilyatorun enerjisi kəsilməz deyil. Klassik nəzəriyyəyə görə ossilyatorun orta enerjisi  $kT$ -yə bərabərdir.*

Sərbəstlik dərəcələrinin sayının  $\frac{2\pi\nu^2}{c^2}$  olduğunu nəzərə alsaq, mütləq qara cismin şüalandırma qabiliyyəti üçün

$$\varepsilon(\nu, T) = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} E = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{E_0}{e^{kT} - 1}$$

ifadəsini alırıq.

Bu düstur keyfiyyətcə yeni nəzəriyyə - kvant nəzəriyyəsi əsasında alınır. Bu nəzəriyyəyə görə işığın udulma və şüalanması porsiyalarla - kvantlarla olur. Daha sonralar A.Eynşteyn və Plank yalnız udulma və şüalanmanın deyil, işığın yayılmasının da diskret - porsiyalarla baş verdiyi ideyasını irəli sürmüşdür. Beləliklə də A.Eynşteyn işığın istər udulma, istər şüalanma, istərsə də yayılma proseslərində işığın kvant təbiətli olduğunu söyləmiş və işığı foton adlandırmışdır.

Plank ossilyatorun enerji hallarının diskretliyi haqqında hipotez yürütməklə (1900) kvant nəzəriyyəsinin əsasını qoymuşdur. Eynşteyn Plank ideyasını daha da inkişaf etdirərək kvant nəzəriyyəsinin inkişafı üçün ikinci mühüm addımı atmışdır.

Onun fikrinə görə elektromaqnit şüalanması, enerjisi  $E_0 = h\nu$ , impulsu isə  $p = \frac{h\nu}{c}$

olan fotonlardan ibarətdir. Eynşteynin bu fikri çoxlu sayda təcrübi faktlar nəticəsində təsdiq olundu və dalğa nəzəriyyəsinin izah edə bilmədiyi bir çox optiki hadisəsini izah etdi. Dalğa xarakteristikalarını (tezlik və dalğa uzunluğu) korpuskulun xarakteristikaları ilə əlaqələndirilən düsturlar sonralar Lui de Broyl (1924) tərəfindən sükunət kütləsi sıfırdan fərqli olan zərrəciklər üçün ümumiləşdirilmiş və bununla da dualizmin təkcə işığa deyil, materiyaya xas olması hipotezi irəli sürülmüşdür. Lui de Broyl hipotezinə görə  $v$  sürəti ilə hərəkət edən  $m$  kütləli zərrəciyə uzunluğu

$$\lambda = \frac{h}{m\nu} = \frac{h}{p}$$

olan dalğa uyğun gəlir. Bu hipotezə görə zərrəciklər də difraksiyaya uğraya bilər. Elektronların difraksiyasına görə 1927-ci ildə Devis və Cermer, 1928-ci ildə isə Tartakovski və Tomson tərəfindən təcrübi müşahidə olunduqdan sonra Broyl hipotezi təcrübi yolla təsdiq olundu.

### Ədəbiyyat

Qocayev N.M. Ümumi fizika kursu, IV cild, Bakı, Optika-2009.

<sup>1</sup> Vahidlinazile@gmail.com

## **BIG BAN, HUBBLE LAW**

**N.A.Ahmadova<sup>1</sup>, S.Q.Abdulvahabova\***

*Baku State University*

*Physics faculty, III course*

In 1927, an astronomer named Georges Lemaitre had a big idea. He said that a very long time ago, the universe started as just a single point. He said the universe stretched and expanded to get as big as it is now, and that it could keep on stretching.

Just two years later, an astronomer named Edwin Hubble noticed that other galaxies were moving away from us. The farthest galaxies were moving faster than the ones close to us. The big Ban model describes how the universe expanded from an initial state of very high density and high temperature, and offers a comprehensive explanation for a broad range of observed phenomena, including the abundance of light elements, the cosmic microwave background (CMB) radiation, large-scale structure and Hubble's law – the farther away galaxies are, the faster they are moving away from Earth.

In physical cosmology, Hubble's law or the Hubble–Lemaitre law is the observation that:

1. Objects observed in deep space—extragalactic space, 10 megaparsecs (Mpc) or more—are found to have a redshift, interpreted as a relative velocity away from Earth;

2. This Doppler shift-measured velocity of various galaxies receding from the Earth is approximately proportional to their distance from the Earth for galaxies up to a few hundred megaparsecs away.

Hubble's law is considered the first observational basis for the expansion of the universe and today serves as one of the pieces of evidence most often cited in support of the Big Bang model. The motion of astronomical objects due solely to this expansion is known as the Hubble flow. It is often expressed by the equation

$$v = H_0 D, \quad (1)$$

with  $H_0$  the constant of proportionality - Hubble constant-between the "proper distance"  $D$  to a galaxy, which can change over time, unlike the comoving distance, and its speed of separation  $v$ , i.e. the derivative of proper distance with respect to cosmological time coordinate.

Based on measurements of the expansion and measurements of temperature fluctuations in the cosmic microwave background, the time that has passed since that event — known as the "age of the universe" — is  $13.799 \pm 0.021$  billion years. The agreement of independent measurements of this age supports the Lambda-CDM ( $\Lambda$ CDM) model that describes in detail the characteristics of the universe.

### **References**

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Big\\_Bang](https://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang)
2. <https://www.space.com/25126-big-bang-theory.html>
3. <https://www.sciencealert.com/big-bang>

---

<sup>1</sup> [axmedovanigar2000@gmail.com](mailto:axmedovanigar2000@gmail.com)

## ЭНТРОПИЯ

Н.Э.Султанова<sup>1</sup>, Л.С.Гаджиева  
Бакинский Государственный Университет.  
Физический факультет, I курс

*Энтропия — это мера беспорядка. Как определить беспорядок? Один из способов — приписать каждому состоянию число вариантов, которыми это состояние можно реализовать. И чем больше таких способов реализации, тем больше значение энтропии. Чем больше организовано вещество (его структура), тем ниже его неопределённость (хаотичность).*

Что такое энтропия? Этим словом можно охарактеризовать и объяснить почти все процессы в жизни человека. Но не все люди понимают значение этого термина и уж тем более не все могут объяснить, что это слово значит. Теория сложна для восприятия, но если добавить в неё простые и понятные примеры из жизни, то разобраться с определением этого многогранного термина будет легче. Но обо всём по порядку.

Энтропия как определение состояния системы была введена в 1865 году немецким физиком Р.Клаузиусом, чтобы описать способность теплоты превращаться в другие формы энергии, главным образом в механическую. Приращение этой величины связано с поступлением тепла в систему и с температурой, при которой это поступление происходит. Второе начало термодинамики устанавливает существование у всякой равновесной системы другой однозначной функции состояния – энтропии, которая не изменяется у изолированной системы только при равновесных процессах и всегда возрастает при неравновесных процессах в ней. И далее: энтропия есть такая функция состояния системы, дифференциал которой связан с элементарным тепловым эффектом в обратимом процессе соотношением:  $dQ = TdS$ .

В теории энтропии есть очень много формул: это равенство Клаузиуса  $\oint \frac{\delta Q}{T} = 0$  и его неравенство  $dS \geq \frac{\delta Q}{T}$ . Есть формулы, определяющие изменение энтропии в различных процессах. Есть определение статистического смысла энтропии и определение вероятности состояния:

$$S = k \ln W$$

С точки зрения науки вроде все понятно. Но как же это работает в обычной жизни, с ее вечными проблемами? Проблемы всегда возникают сами по себе, а вот на их решение приходится затрачивать много усилий, энергии и внимания. Это объясняется тем, что всё связано с одной из главных сил во Вселенной, которая управляет жизнью каждого из нас — энтропией. Представьте, что вы взяли коробку с пазлом и высыпали все кусочки мозаики на стол. В теории, кусочки могут упасть на свои места так, что картинка сразу сложится целиком. Но в жизни так никогда не бывает. Дело в том, что шансы на это ничтожно малы, ведь каждый кусочек пазла должен упасть только одним определённым образом, чтобы картина сложилась. С точки зрения математики, вероятность, того, что это произойдёт случайно, практически минимальна.

Энтропия-мера неупорядоченности. И она всегда увеличивается со временем.

<sup>1</sup> nezrinsultan01@gmail.com

Всё естественным образом стремится к беспорядку. Здания разрушаются. Люди стареют. Даже горы постепенно рассыпаются. Но не стоит впадать в панику, есть и хорошие новости. Мы можем сопротивляться силам энтропии. Мы можем собрать рассыпавшийся пазл. Убраться в захламлённой комнате. Организовать разрозненных людей в сплочённую команду. Так как Вселенная стремится к беспорядку, нам приходится затрачивать энергию, чтобы создать в своей жизни стабильность и упорядоченность. Беспорядок со временем всегда увеличивается, и мы должны прилагать усилия, чтобы создавать порядок, который сможет устоять перед неумолимым напором энтропии. Если не прилагать усилий, то все стремится к распаду. С помощью энтропии можно объяснить многие непонятные и удивительные факты. Представьте человеческий организм. Атомы, из которых состоит тело, могли бы сложиться практически в бесконечное количество вариантов и не создать никакой форм жизни. С точки зрения математики, вероятность нашего существования очень мала. И всё-таки мы существуем. Во Вселенной, где всем заправляет энтропия, наличие жизни с такой чёткой устойчивой организацией поразительно. С помощью энтропии можно объяснить, почему искусство и красота кажутся нам такими эстетически привлекательными. Художник создаёт особую форму порядка и симметрии, какую Вселенная, скорее всего, никогда не породила бы самостоятельно. Подводя итог, можно сказать, что как бы уныло не выглядело стремление всего к разрушению, возникает вопрос: откуда тогда на Земле жизнь? Все живые организмы невероятно сложные и упорядоченные и каким-то образом всю свою жизнь борются с энтропией. А все гораздо проще.

Живые организмы в процессе жизнедеятельности перераспределяют энтропию вокруг себя, то есть отдают свою энтропию всему, чему только могут. Например, когда мы едим бутерброд, то красивый упорядоченный хлеб с маслом и джемом, мы превращаем в источник подпитки нашего организма, то есть сообщаем ему силу и энергию для деятельности. Получается, что свою энтропию мы отдали бутерброду. Мы тратили энергию в процессе еды, а эта еда стала источником энергии для нас. В общей системе энтропия не уменьшилась.

У каждого из нас свои таланты, навыки и интересы. Но общество и культура, в которых мы живём, не создавались специально под нас. Помня об энтропии, подумайте, каковы шансы, что условия, в которых вы выросли, идеальны для раскрытия ваших талантов? Крайне маловероятно, что жизнь создаст для вас ситуацию, идеально подходящую под ваши способности. Скорее всего, вы окажетесь в положении, не совсем соответствующем вашим навыкам и потребностям. Сложности в жизни возникают не потому, что планеты так выстроились, и не потому, что какие-то высшие силы сговорились против вас. Это просто действует закон энтропии. Состояний беспорядка гораздо больше, чем упорядоченных. Учитывая всё это, удивительно не то, что в жизни есть проблемы, а то, что мы можем их разрешать.

### Литература

1. <https://habr.com/ru/post/374681/>
2. <https://obrazovanie.guru/nauka/entropiya-cto-eto-takoe-obyasnenie-termina-prostyimi-slovami.html>
3. Д.В.Сивухин Термодинамика и молекулярная физика. 5-е изд., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005

## **ЧЁРНЫЕ ДЫРЫ ЗАГАДОЧНЫЕ ОБЪЕКТЫ ВСЕЛЕННОЙ**

**Э.Б.Исмаилова<sup>1</sup>, Л.С.Гаджиева \***  
**Бакинский Государственный Университет**  
**физический факультет, I курс**

*Чёрная дыра — область пространства-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе кванты самого света. Граница этой области называется горизонтом событий.*

Во Вселенной существует много различных объектов, природу большинства из них современная наука до сих пор не понимает до конца. В число этих объектов входят и черные дыры — одни из самых странных явлений в космосе. Стивен Хокинг говорил о них: “Это настоящие властелины мрака, способные «проглотить» любой проходящий поблизости атом и не дать ускользнуть даже свету, - настолько мощно их притяжение. То, что попадает в чёрную дыру, покидает её, но уже в другой реальности – вероятно, в параллельной Вселенной. Однако пути назад у того, кто попадёт в другой мир с помощью чёрной дыры, уже не будет. Поэтому, хоть я и с азартом отношусь к космическим полётам, лететь в чёрную дыру я не собираюсь”. Структура черной дыры по Шварцшильду включает всего два элемента: 1.Горизонт событий - граница, пересекая, которую физический объект теряет возможность вернуться обратно. 2.Сингулярность - точка пространства с бесконечной массой, плотностью и гравитацией.

Многие люди задаются вопросом, что же будет, если попасть в черную дыру. Рассмотрим гипотетического космонавта, который направился в черную дыру в одном лишь скафандре ногами вперед. Пересекая горизонт событий, космонавт не заметит никаких изменений. В некоторый момент космонавт достигнет точки (немного позади горизонта событий), в которой начнет происходить деформация его тела. Так как гравитационное поле черной дыры неоднородно и представлено возрастающим по направлению к центру градиентом силы, то ноги космонавта подвергнутся заметно большему гравитационному воздействию, чем, например, голова. Тогда за счет гравитации, вернее – приливных сил, ноги будут «падать» быстрее. Таким образом, тело начинает постепенно вытягиваться в длину. Для описания подобного явления астрофизики придумали довольно креативный термин – спагеттификация. Дальнейшее растяжение тела, вероятно, разложит его на атомы, которые, рано или поздно достигнут сингулярности. О том, что будет чувствовать человек в данной ситуации – остается только гадать. Стоит отметить, что эффект растяжения тела обратно пропорционален массе черной дыры.

Интересные факты о черных дырах:

- Они замедляют время: Из-за сильного гравитационного воздействия черная дыра может исказить пространство-время в ближнем соседстве. Согласно общей теории относительности, чем ближе вы к черной дыре, тем медленнее проходит время
- Мы состоим из одного и того же материала

---

<sup>1</sup> [ismailovaemilia25@yandex.ru](mailto:ismailovaemilia25@yandex.ru)



- Они достаточно шумные: Во время пересечения материей центра горизонта событий возникает булькающий звук. Этот звук является преобразованием энергии движения в звуковые волны.
- Они ограничивают количество звёзд: Их гравитационные поля препятствуют остыванию газовых облаков в космосе, из которых, как известно, рождаются звезды.

По ту сторону чёрных дыр, как полагают некоторые астрофизики, расположены объекты не менее загадочные: „белые дыры”. Предполагается, что белые дыры могут образовываться при выходе из-за горизонта событий вещества чёрной дыры, находящейся в обратном направлении термодинамической стрелы времени. При этом полная карта пространства-времени содержит как чёрную, так и белую дыры, а отдельного образования только «чистой» чёрной или только «чистой» белой дыры на полной карте пространства-времени не может быть в принципе.

#### **Литература**

1. Новиков И. Д. Физика черных дыр. М.: Наука, 1986.
2. Хокинг С., Эллис Дж. Крупномасштабная структура пространства-времени. М.: Мир, 1976.
3. <https://spacegid.com/zagadochnyie-chernyie-dyiryi.html>

**PSEVDOSKALYAR A-HİQQS BOZONUN ÇEVİRLMƏ KANALI.**

**$A \rightarrow Z^0 hh$  - ÇEVİRLMƏ KANALININ ENİ**

**H.Z.Quluzadə<sup>1</sup>, S.Q.Abdullayev**

*Bakı Dövlət Universteti*

*Fizika fakültəsi, II kurs (magistr)*

*Hiqqs bozonun aşkarlanmasında məqsəd kütlənin mənşəyinin tapılmasıdır. Nəzəriyyəyə görə Hiqqs bozon zərrəciklərə kütlə verən hissəcikdir. Hiqqs bozonunun aşkarlanması kütlənin mənşəyini, kainatın yaranışı ilə bağlı suallara cavab tapılmasını da asanlaşdırır bilər.*

Hiqqs bozonunun kəşfindən sonra onun müxtəlif çevrilmə kanallarının təcrübi və nəzəri öyrənilməsinə maraqlı, xeyli dərəcədə artmışdır. Araşdırdığımız çevrilmə kanalı  $A \rightarrow Z^0 hh$ -dir.  $A \rightarrow Z^0 hh$ -çevrilmə kanalının enini tapmalıyıq. Çevrilmə kanalının enini tapmaqdan ötrü biz amplitudun kvadratının qiymətini tapmalıyıq. Mimal Supersimmetrik Standart Modelə görə  $A \rightarrow Z^0 hh$ -çevrilmə kanalının amplitudu (1)-ifadəsi ilə təyin olunur.

$$M(A \rightarrow Zhh) = ig_{AZh} \cdot g_{ZZh} \cdot R_\mu \left( -g_{\mu\nu} + \frac{q_\mu q_\nu}{M_Z^2} \right) \times \quad (1)$$

$$\times \frac{U_\nu^*(k)}{q^2 - M_Z^2 + iM_Z \Gamma_Z}$$

(1)-ifadəsini kvadrata yüksəltərk , (2) ifadəsini alarıq.

$$|M(A \rightarrow Zhh)|^2 = \frac{g_{AZh}^2 \cdot g_{ZZh}^2}{(q^2 - M_Z^2)^2 + M_Z^2 \Gamma_Z^2} \cdot R_\mu R_\alpha \left( -g_{\mu\nu} + \frac{q_\mu q_\nu}{M_Z^2} \right) \times \quad (2)$$

$$\times \left( -g_{\alpha\beta} + \frac{q_\alpha q_\beta}{M_Z^2} \right) \times \left( -g_{\beta\nu} + \frac{k_\beta k_\nu}{M_Z^2} \right) =$$

$$= 2G_F^2 M_Z^4 \sin^2(\beta - \alpha) \cos^2(\beta - \alpha) \cdot \frac{f_Z}{(1 - x_1 + r_h - r_z)^2 + r_z \gamma_z}.$$

(2)- ifadəsi araşdırdığımız çevrilmə kanalının amplitudunun kvadratının riyazi ifadəsidir.

(2)-ifadəsini, (4)-ifadəsində nəzərə alsaq,  $A \rightarrow Z^0 + h + h$ -çevrilmə kanalının eni üçün (5)-ifadəsini almış olarıq .

$$\frac{d\Gamma(A \rightarrow Z^0 hh)}{dx_1 dx_2} = \frac{|M(A \rightarrow Z^0 hh)|^2}{2^8 \pi^3} M_A \quad (4)$$

$$\frac{d\Gamma(A \rightarrow Z^0 hh)}{dx_1 dx_2} = \frac{G_F^2 M_Z^4 M_A}{2^7 \pi^3} \cdot \sin^2(\beta - \alpha) \times \quad (5)$$

$$\times \cos^2(\beta - \alpha) \cdot \frac{f_Z}{(1 - x_1 + r_h - r_z)^2 + r_z \gamma_z}$$

(5)-ifadəsi,  $A \rightarrow Z^0 + h + h$  -çevrilmə kanalının eninin riyazi ifadəsidir.

**Yekun:** Əlavə tədqiqatların aparılması, tapılmış hissəciyin Hiqqs bozon olması ehtimalını artırır. Biz  $A \rightarrow Z^0 hh$ -çevrilmə kanalının

<sup>1</sup> mikayilzade.yusif@mail.ru

$$\frac{d\Gamma(A \rightarrow Z^0 hh)}{dx_1 dx_2} = \frac{G_F^2 M_Z^4 M_A}{2^7 \pi^3} \cdot \sin^2(\beta - \alpha) \times \\ \times \cos^2(\beta - \alpha) \cdot \frac{f_Z}{(1 - x_1 + r_h - r_Z)^2 + r_Z \gamma_Z}$$

eninini riyazi ifadəsini almış olduq.

### **Ədəbiyyat**

1. S.Q.Abdullayev , Fizika ,Standart model lepton və kvarkların xassələri 2017-ci il səy 21-29,
2. A.Djouadi, The Anatomy of Electro –Weak Symmetry Breaking. Tom II: The Higgs bosons in the Minimal Supersymmetric Model səyfə, 17-21,83

## **FOTOEFFEKT. FOTOEFFEKTİN QIRMIZI SƏRHƏDİ**

**Z.E.Əşrəfli<sup>1</sup>, G.C.Abbasova \***

**Bakı Dövlət Universiteti**

**Fizika fakültəsi**

*Fotoeffekt işığın təsiri nəticəsində cisimlərin özündən elektron verməsidir. Bu hadisəni ilk dəfə dahi alman alimi Albert Eynşteyn kəşf etmiş və bu kəşfinə görə Nobel mükafatına layiq görülmüşdür. Fotoeffekt qanunları fotoeffekt haqqında daha tam təsəvvür etmək üçün qanunauyğunluqlardır.*

Fotoeffekt işığın təsiri ilə metalın səthindən elektronların buraxılması hadisəsidir. Bu hadisə xarici fotoeffekt də adlandırılır. Daxili fotoeffekt - işığın təsiri ilə maddədə bağlı elektronların atomdan ayrılaraq sərbəst yükdaşıyıcıya çevrilməsidir.

Stoletov təcrübələri əsasında (xarici fotoeffekt üçün) müəyyənləşdiriyi qanunauyğunluqlar bunlardır:

Vahid zamanda katodun səthindən çıxan fotoelektronların sayı onun üzərinə düşən işıq seli ilə düz mütənasibdir.

Katoddan qopan elektronların kinetik enerjisi düşən işığın tezliyi ilə düz mütənasib olub, işığın selindən asılı deyil.

Hər bir maddəyə uyğun fotoeffektin qırmızı sərhəddi mövcuddur. Fotoeffektin qırmızı sərhəddi fotoeffekt yarada bilən minimal tezlikdir,  $V_q$  kimi işarə olunur və

$h\nu_q = A$  şərtindən təyin olunur. Burada  $h=6,63 \cdot 10^{-34}$  C·san olub Plank sabitidir,  $A$  elektronun metaldan çıxması üçün lazım olan enerjiyə bərabər olan çıxış işidir. Bu üç nəticə bəzən fotoeffektin 1-ci, 2-ci, 3-cü qanunu da adlandırılır.

İşığın təsiri nəticəsində elektronlar yalnız mənfi yüklə yüklənmiş katoddan buraxılır, lövhə mənbəyin müsbət qütbünə birləşdirilmişsə, fotoeffekt baş vermir.

Katodun işıqlanması və elektronların buraxılması prosesi ani olaraq baş verir. Fotoeffekt hadisəsini işığın dalğa nəzəriyyəsinə əsasən keyfiyyətcə izah etmək olmadı. Eynşteyn 1905-ci ildə Plankın işıq kvantlarının buraxılması haqqında olan ideyası əsasında fotoeffekt hadisəninə nəzəriyyəsinə yaratdı və bu işə görə o, Nobel mükafatına layiq görüldü.

Xarici fotoeffekt üçün Eynşteyn düsturu:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

Yəni, udulan fotonun enerjisi elektronun metaldan qopmasına və onun kinetik enerjisinə çevrilir.

### **Ədəbiyyat**

Qocayev N.M. Ümumi fizika kursu, IV cild, Optika, Bakı, 2009.

<sup>1</sup> zarina.ashraf0900@gmail.ru

## **QARA DƏLİK**

**F.N.Nəzərov, Z.F.Əliyeva \***

***Bakı Dövlət Universiteti***

***Fizika fakültəsi, II kurs***

Dünyadakı bütün astronomları narahat edən suallardan biri də odur ki, qalaktikaların mərkəzlərində yerləşən nəhəng qara dəliklər hansı səbəbə görə bu cür nəhəng olurlar və bu proses niyə görə sürətlə gedir? Axır ki, alimlər bu hadisələrin izahı üzrə müəyyən nəticəyə gəliblər. Bizim qara dəliklər haqqında bildiklərimizə və onların sürətlə böyümələrinə əsaslanaraq yüksək kütləli qara dəliklərin inanılmaz ölçülərini məntiqi cəhətdən izah etmək çox çətindir. Lakin buna baxmayaraq onlar mövcuddurlar. Hubble və Chandra kosmik teleskopları vasitəsilə əldə edilmiş fotoların sayəsində alimlər belə bir fikrə gəliblər ki, həmin qara dəliklər nəhəng qaz buludlarından yaranırlar. Daha əvvəllər alimlər düşünürdülər ki, nəhəng qara dəliklərin daha da böyümələri onların nisbətən kiçik qara dəlikləri cəzb edib udmaları hesabına baş verir. Lakin bu fikir onların sürətlə genişlənmə sualına cavab verə bilmirdi. Bu halda proses daha sürətlə gedərdi. Lakin təsəvvür etsək ki, nə vaxtsa ulduz olmuş obyekt müəyyən vaxtdan sonra məhv olub qaza çevrilir hansından ki, qara dəlik yaranır, onda sürət və zaman hesabına genişlənen qara dəliklər yeni nəzəriyyəyə uyğunlaşır.

Kainatda kiçik qara dəliklər çoxdur. Onlar supernova adlanan böyük ulduzun partlayışı nəticəsində öldüyü zaman meydana gəlir. Bizim "Süd Yolu" adlanan qalaktikamızın mərkəzidir. İndiyədək onun belə təfərrüatlı görüntüsü olmayıb. Bəs o ulduzlar, parıltı yığını? Çox güman ki, onlar çoxdan qeyb olublar. Onlar "Süd Yolu"nun qəlbində pusquda duran nəhəng qara dəlik üçün səhər, nahar və şam yeməkləridir.

"Əslində biz qara dəliyi görə bilmirik, çünki adından da göründüyü kimi ora qaranlıqdır. Əvəzində, biz qara dəliyin ətrafındakı cisimləri görə bilirik. Cisimlər spiralvari hərəkətlə qara dəlikdə qeyb olur. Bu suyun vanna dəliyinə axmasına bənzəyir." Milli Elm Fondunun dəstəyi ilə Florida Universitetinin astronomu Stiv Eikenberri və onun həmkarları yeni növ infraqırmızı teleskop cihazlardan istifadə etməklə qara dəliyi bürüyən əsrarəngiz qatları ayırmaqla - onların necə formalaşdığını müəyyən etməklə məşğuldurlar. "Biz, həqiqətən, çıxılmaz vəziyyətə düşmüşük və bu astrofizikanın möhtəşəm sirlərindən biridir. Bu nəhəng kütləli qara dəlik necə yaranıb və nə üçün qalaktikalarda bu qədər çoxdur? Demək olar ki, hər bir qalaktikada var". O, strukturunun mürəkkəb olmadığını deyir. "Qara dəliyi araşdırdığınızda görürük ki, əslində çox sadə şeydir. Hər hansı bir obyektin cazibə qüvvəsi güclü olarsa, hətta işıq onun cazibəsindən qurtula bilməz."

### **Ədəbiyyat**

1. Robert M. Wald, Ümumi Nisbilik, Çikaqo Press Universiteti, 1984, 498 s.
2. Stepen Howking, "Zamanın qısa tarixi", Doğan Kitabçılıq, 1988, 256 s.

## **ЧТО ТАКОЕ ЖИДКОСТНОЕ ДЫХАНИЕ-НАУКА ИЛИ ФАНТАСТИКА?**

**К.М.Рагимли<sup>1</sup>, Г.Л.С.аджиева \***

***Бакинский Государственный Университет  
физический факультет, I курс***

*Жидкостное дыхание, жидкостная вентиляция лёгких-дыхание с помощью хорошо растворяющей кислород жидкости. Жидкостное дыхание предполагает заполнение лёгких жидкостью, насыщенной растворённым кислородом, который проникает в кровь.*

Метод жидкостного дыхания является одним из наиболее перспективных направлений в создании средств спасения, технологий лечения поражения легких и обеспечения сверхглубокой гипотермии. Вообще тема жидкостного дыхания-тема, которая много лет является предметом не только научных разработок, но и художественных произведений, фантастических блокбастеров. Однако в основе все-таки лежит научный метод, который активно развивают. Мне самой эта тема кажется вовсе не фантастической, я читаю много научной литературы и интересуюсь экспериментами в этом направлении. И первые успехи уже есть. В России был проведен эксперимент по погружению в колбу со специальной жидкостью собаки-таксы, которая дышала через воду и её достали оттуда живой. А первым, кто показал, что млекопитающие в принципе могут получать кислород не из смеси газов, а из жидкости, был Йоханнес Килстра из медицинского центра университета Дьюка (США). Килстра и его коллеги погружали мышей в физраствор. Чтобы растворить в нем достаточное для дыхания количество кислорода, исследователями «вгоняли» газ в жидкость под давлением до 160 атмосфер-как на глубине 1,5 километра. Мыши в этих экспериментах выживали, но не очень долго, сказывались проблемы с жидкостью. Стало ясно, что нужно подобрать жидкость, в которой кислород будет растворяться намного лучше, чем в воде. Это два типа жидкостей: силиконовые масла и жидкие перфторуглероды. После экспериментов Леланда Кларка, биохимика из университета Алабамы, выяснилось, что оба типа жидкостей можно использовать для доставки кислорода в легкие. В опытах мышей и кошек полностью погружали и в перфторуглероды, и в силиконовые масла. Однако последние оказались токсичны-подопытные звери погибали. Этот метод была применён на людях всего один раз, в 1989 году. Тогда Томас Шаффер из Темпльского университета (США), использовал этот метод для спасения недоношенных младенцев. Легкие зародыша в утробе матери заполнены жидкостью, она не позволяет им слипаться при первом вдохе воздухом. У недоношенных младенцев, она не успевает накопиться в нужном количестве, и дыхание требует очень больших усилий, что чревато летальным исходом. В тот раз, правда, жидкостная вентиляция младенцев не спасла: все трое пациентов вскоре умерли. Однако в 1990-х годах исследователи модифицировали метод и применили в лечении пациентов с тяжелым воспалительным поражением легких, когда легкие частично заполняются жидкостью. Первые результаты выглядели обнадеживающими, но в конечном счете до клинического

---

<sup>1</sup> [rehimlikubra9@gmail.com](mailto:rehimlikubra9@gmail.com)

применения дело не дошло. Однако применение этой технологии продолжает исследоваться для более реалистичных и гуманных целей.

**Литература**

1. Наумов Владимир. «Человек-амфибия вымысел или реальность?», «Труд». №025 за 08/02/2001
2. <https://habr.com/ru/post/374109/>

**ПРЯМОЕ МЕЖЗОННОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА В КВАНТОВЫХ  
ТОЧЕК  
ПРИ НАЛИЧИИ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ**

**Б.Е.Магеррамова<sup>1</sup>, Х.Б.Ибрагимов**  
**Бакинский Государственный Университет**  
**Физический факультет, I курс (магистрант)**

*Настоящая работа посвящена изучению электрооптического поглощения в квантовых точках в рамках модели параболического потенциала конфайнмента.*

В настоящее время интенсивно исследуются оптические и электрооптические свойства квазиуменьренных структур, состоящих из полупроводниковых нанокристаллов сферической формы – квантовых точек (КТ) с радиусами  $a \ll 1-10$  нм, выращенных в полупроводниковых матрицах. Такие исследования вызваны тем, что подобные гетерофазные системы являются новыми многообещающими материалами для создания новых элементов нелинейной оптоэлектроники. Как с чисто физической, так и с прикладной точек зрения подобный нанокристалл интересен прежде всего тем, что „синтезирует“ в себе как свойства квантованных пленок, так и сферических КТ. При теоретическом рассмотрении в квантованном сферическом слое влияния внешнего однородного электрического поля на форму полосы межзонного оптического поглощения выяснилось, что наличие поля приводит также к явной зависимости от эффективных масс носителей заряда. Также известно, что путем варьирования величины поля и геометрических размеров образца можно добиться желаемого и регулируемого изменения ряда параметров образца. Наложение электрического поля на систему КТ приводит к сдвигу уровней оптических переходов. Настоящая работа посвящена изучению теории электрооптического поглощения в КТ в рамках модели параболического потенциала конфайнмента. Рассматривается полупроводниковая сферическая КТ радиусом  $R$ , во внешнем однородном электрическом поле  $E = E(E, 0, 0)$ . Для описания электронных состояний в КТ используется параболический потенциал конфайнмента

$$V(x, y, z) = \frac{m^* \omega_0^2 (x^2 + y^2 + z^2)}{2} \quad (1)$$

где  $m^*$ - эффективная масса электрона;  $\omega_0$  - характерная частота удерживающего потенциала КТ. Используя собственные значения  $E_{n_1 n_2 n_3}$  и соответствующие собственные функции  $\Psi_{n_1 n_2 n_3}$  гамильтониана рассматриваемой задачи можно изучить прямое межзонное поглощение света в КТ. Рассмотрим прямое межзонное поглощение света в сферической КТ.

Кроме того, рассмотрим случай тяжелой дырки с  $m_e^* \ll m_h$ , где  $m_e^*$  и  $m_h^*$  являются эффективными массами электрона и дырки, соответственно. Тогда коэффициент поглощения задается в виде

<sup>1</sup> baharmehremova0997@gmail.com



$$K(\Omega, R, \nu) = A \sum_{\nu, \nu'} \left| \int \psi_{\nu}^e \psi_{\nu'}^h d\vec{r} \right|^2 \delta(\hbar\Omega - E_g - E^{\nu} - E^{\nu'}) \quad (2)$$

где  $\psi_{\nu(\nu')}^{e(h)}$  волновые функции электрона (дырки) и  $\nu'$  – наборы квантовых чисел соответствующих электрону и тяжелой дырке, соответственно,  $E_g$  – есть ширина запрещенной зоны массивного полупроводника,  $\Omega$  – частота падающего света,  $A$  – величина, пропорциональная квадрату матричного элемента, взятого по блоховским функциям. Наличие  $\delta$  - функции обеспечивает выполнение закона сохранения энергии для соответствующих переходов.

#### **Литература**

1. P.Harrison. Quantum wells, wires and dots. Theoretical and computational physics. John Wiley & Sons ltd, NY, 2005.
2. E.C.Niculescu. Energy Levels in a Spherical Quantum Dot with Para-bolic Confinement under Applied Electric Fields. Modern Physics Letters B, Volume 15, Issue 16, pp. 545-554 (2001).
3. Al.L. Efros, Al. Efros. Interband absorption of light in a semiconductor sphere. Semiconductors Volume 16, Issue 7, 772-775 (1982).

## HIGGS BOSON AND DARK MATTER

F.R.Gafarli<sup>1</sup>, S.G.Abdulvahabova \*

*Baku State University*

*Faculty of Physics, III course*

The Higgs boson is an elementary particle in the Standard Model of particle physics, produced by the quantum excitation of the Higgs field, one of the fields in particle physics theory. It is named after physicist Peter Higgs, who in 1964, along with five other scientists, proposed the Higgs mechanism to explain why particles have mass. This mechanism implies the existence of the Higgs boson. The Higgs boson was initially discovered as new particle in 2012 by the ATLAS and CMS collaborations based on collisions in the LHC at CERN, and the new particle was subsequently confirmed to match the expected properties of a Higgs boson over the following years.

Dark matter is a form of matter thought to account for approximately 85% of the matter in the universe and about a quarter of its total energy density. Its presence is implied in a variety of astrophysical observations, including gravitational effects that cannot be explained by accepted theories of gravity unless more matter is present than can be seen. For this reason, most experts think that dark matter is abundant in the universe and that it has had a strong influence on its structure and evolution. Dark matter is called dark because it does not appear to interact with observable electromagnetic radiation, such as light, and so it is undetectable by existing astronomical instruments.

New theoretical work places more stringent constraints on dark matter properties derived from particle physics experiments. The Higgs boson helps explain how particles obtain mass, so it seems fitting that it may offer the key to understanding dark matter, the dominant form of matter that—along with dark energy—makes up 95% of everything in the Universe. So-called Higgs-portal models assume that dark matter particles interact with normal particles through the exchange of a Higgs boson. If correct, then researchers would expect a dark matter signature in Higgs decays at the Large Hadron Collider (LHC) in Geneva. A new theoretical study removes some of the uncertainty in these models, improving the limits set by the LHC on dark matter candidates.

If dark matter does interact through Higgs intermediaries, then this should affect—in a reverse sense—how Higgs bosons decay. Specifically, some fraction of Higgs bosons created in the LHC should decay into dark matter particles, which would escape detection. The fact that none of these “invisible decays” have been observed allows researchers to set a lower limit on the likelihood, or cross section, for dark matter particles interacting with a nucleon.

Unfortunately, the current cross-section limits on Higgs-portal dark matter have big error bars, in large part because these models depend on the coupling between the Higgs boson and nucleons, which is uncertain. Martin Hoferichter of the University of Washington, Seattle, and his colleagues reevaluate this Higgs-nucleon coupling. They incorporate recent progress in phenomenological and lattice-QCD calculations, as well as a first-ever derivation of the contribution from

---

<sup>1</sup> faridqafarli@gmail.com

the Higgs boson coupling to two nucleons. Their resulting cross-section limits provide a sharper boundary for ruling out possible dark matter particle candidates, in particular for the mass range of 1 to 10 GeV, where direct detection experiments are less sensitive.

#### **References**

1. [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Dark\\_matter](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Dark_matter)
2. [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Higgs\\_boson](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Higgs_boson)
3. <https://physics.aps.org/articles/v10/s119>

## KAINATIN QURULUŞUNA MÜASİR BAXIŞ

**E.T.Demirtaş<sup>1</sup>, K.İ.Alışeva \***

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Fizika fakültəsi, II kurs*

Böyük Partlayış-Kainatın yaranması anındakı sinqulyarlığa deyilir. Böyük Partlayış anında Kainatın ölçüsünün sıfıra bərabər olduğu güman edilir, onun özü isə sonsuz dərəcədə qaynar olub. Ancaq genişlənmə davam etdikcə temperatur və şüalanma zəifləyib. Böyük Partlayışın baş verməsindən bir saniyə sonra temperatur təqribən on milyon dərəcəyə qədər enib. Bu zaman Kainat fotonlardan, elektronlardan, neytrinodan və onların antihissəciklərindən, habelə, müəyyən qədər proton və neytronlardan ibarət idi. Böyük Partlayışın baş verməsindən təqribən yüz saniyə sonra, temperatur min milyon dərəcəyə düşdü. Həmin temperaturda proton və neytronların enerjisi güclü nüvə cazibəsinə qarşı duruş gətirmək üçün yetərli deyil və bu halda onlar bir-biri ilə birləşməyə başlayıb proton və neytrondan ibarət olan deuterium yaradırlar. Sonradan deuteriumun nüvəsi özünə başqa neytron və protonlar birləşdirib iki proton və iki neytrondan ibarət olan heliuma çevrilir, habelə, az miqdarda litium və berillium kimi ağır elementləri formalaşdırır. Hesablamalar göstərir ki, Böyük Partlayışın qızmar modelinə görə, proton və neytronların təqribən dördə bir hissəsi heliuma, ağır hidrogenə və başqa elementlərə, yerdə qalan neytronlar isə parçalanaraq protonlara çevrilərək, adi hidrogen atomunun nüvələrini yaradıblar. Böyük Partlayışdan cəmi bir neçə saat sonra helium və başqa elementlərin yaranması prosesi dayandı və bu andan başlayaraq təqribən bir neçə milyon il ərzində Kainat sadəcə genişlənməkdə davam etdi.

Qalaktikalar ölçülərinə uyğun bizdən sürətlə uzaqlaşır. Bu Habbli qanunu adlanır. Qanun 1929-cu ildə bu fenomeni kəşf edən Edvin Habbliın şərəfinə belə adlandırılıb. Həmin qanun Böyük Partlayış fikrini dəstəkləyir.

Böyük Çöküş-Kainatın sonunun gəlib çatacağı sinqulyar nöqtəyə deyilir. Böyük Çöküş nəzəriyyəsi Böyük Partlayışdan sonra genişlənən Kainatı getdikcə sürətlənərək içinə çökəcəyini irəli sürən nəzəriyyədir.

### **Ədəbiyyat**

1. Stephen Hawking "A Brief History of Time: from The Big Bang to Black Holes", 1988
2. Simon Sinq "Big Bang: The Origin of the Universe", 2005

---

<sup>1</sup> [ecemnr@gmail.com](mailto:ecemnr@gmail.com)

## ЧТО СКРЫВАЕТСЯ ЗА ПОНЯТИЕМ ФОТОЭФФЕКТ?

А.Р.Меняева<sup>1</sup>, Л.С.Гаджиева\*  
Бакинский Государственный Университет  
Физический факультет, II курс

*Чувствительность нашего зрительного аппарата к свету чрезвычайно велика. Трудно переоценить значение света в продуктивной жизни человека. Нагревание тел при поглощении света есть самый общий и наиболее легко осуществимый процесс, который может быть использован для обнаружения и использования световой энергии. Освещение металлической поверхности может вызвать вырывание из нее электронов. Такой процесс называется фотоэффектом.*

Известно, что свет имеет двойственную природу. При распространении света наблюдается как его волновые, так и корпускулярные свойства. Среди разнообразных явлений, в которых проявляется воздействие света на вещество, важное место занимает фотоэлектрический эффект, явление испускания электронов веществом под воздействием падающего излучения. В 1887г. Г.Герц обнаружил, что при освещении ультрафиолетовыми лучами отрицательно заряженного металлического тела оно теряет отрицательный заряд. После открытия электрона в 1897 году Дж. Дж. Томсоном был найден удельный заряд для частиц, теряемых телами при освещении. Он оказался таким же, как и для частиц катодных лучей. Тем самым было доказано, что при освещении тела теряют электроны. Данное явление и получило название фотоэлектрического эффекта. Фотоэффект был объяснён в 1905 году Альбертом Эйнштейном на основе гипотезы Макса Планка о квантовой природе света. В основе теории Эйнштейна лежит понятие работы выхода электронов из металла и понятие о квантовом излучении света. По теории Эйнштейна фотоэффект имеет следующее объяснение: поглощая квант света, электрон приобретает энергию. При вылете из металла энергия каждого электрона на уменьшается на определенную величину, которую называют работой выхода. Работа выхода, это работа, которую необходимо затратить, чтобы удалить электрон из металла. Поэтому максимальная кинетическая энергия электронов после вылета равна:

$$h\nu = A + \frac{mv_{\text{макс}}^2}{2}$$

В классической теории рассматривают внешний, внутренний и вентиляльный фотоэффект. Внешним фотоэффектом называется испускание электронов веществом под действием электромагнитного излучения. Он наблюдается в твердых телах: металлах, полупроводниках, диэлектриках, а также в газах на отдельных атомах и молекулах. Внутренний фотоэффект — это вызванные электромагнитным излучением переходы электронов внутри полупроводника или диэлектрика из связанных состояний в свободные без вылета наружу. В результате возникает фотопроводимость. Вентильный фотоэффект открывает пути для прямого преобразования солнечной энергии в электрическую. Итогом работы многих ученых, явилось определение основных законов фотоэффекта:

-Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов линейно возрастает с увеличением частоты света  $\nu$  и не зависит от его интенсивности.

<sup>1</sup> alsu-menyayeva@mail.ru

-Для каждого вещества существует так называемая красная граница фотоэффекта, то есть наименьшая частота  $\nu_{min}$ , при которой еще возможен внешний фотоэффект.

-Число фотоэлектронов, вырываемых светом из катода за 1с, прямо пропорционально интенсивности света.

-Фотоэффект практически безынерционен, фототок возникает мгновенно после начала освещения катода при условии, что частота света  $\nu > \nu_{min}$ .

Все эти закономерности фотоэффекта в корне противоречили представлениям классической физики о взаимодействии света с веществом. Согласно волновым представлениям, электрон при взаимодействии с электромагнитной световой волной должен был бы постепенно накапливать энергию, и потребовалось бы значительное время, зависящее от интенсивности света, чтобы электрон накопил достаточно энергии для того, чтобы вылететь из катода. Как показывают расчеты, это время должно было бы исчисляться минутами или часами. Однако, опыт показывает, что фотоэлектроны появляются немедленно после начала освещения катода.

В настоящее время на основе внешнего и внутреннего фотоэффекта строятся бесчисленное множество приемников излучения, преобразующих световой сигнал в электрический и объединенных общим названием – фотоэлементы, которые широко применяются в технике и в научных исследованиях, в современных направлениях науки. Они позволяют преобразовывать энергию света в энергию электрического тока, благодаря чему «видящие автоматы» работают без участия человека. Фотоэлементы реагируют на видимое излучение и даже на инфракрасные лучи. С помощью фотоэффекта «заговорило» и стала возможной передача движущихся изображений. На основе внутреннего фотоэффекта или вентильного работают солнечные батареи.

#### **Литература**

1. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 1: Введение в атомную физику. Учебное пособие. 7-е изд. исправл. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1984, 552 с.
2. Физические величины. Справочник, под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова, М., 1991, с. 409-12. Т. М. Лифшиц.
3. Бете Г., Квантовая механика, М., 1965, с. 205-10
4. [http://fizika.aip.ru/8/8\\_2.html](http://fizika.aip.ru/8/8_2.html)

## ИЗУЧЕНИЕ И ОБЪЯСНЕНИЕ ГОЛУБОГО ЦВЕТА НЕБА

**Н.И.Гарагезлю<sup>1</sup>, Л.С.Гаджиева \***  
**Бакинский Государственный Университет**  
**физический факультет, I курс**

*Наверное, все когда-либо задумывались - почему небо голубого цвета? Я тоже задумалась и решила на эту тему сделать мини-проект, так как тема довольно интересная и увлекательная. Если нас окружает прозрачный воздух, а атмосфера состоит из воздуха, то почему небо голубое?*

Солнце излучает ослепительно чистый белый свет. Значит и цвет неба должен быть таким же, но оно все-таки голубое. Что же происходит с белым светом в земной атмосфере? Белый свет — это смесь цветных лучей. С помощью стеклянной призмы можно получить радугу. Призма раскладывает белый луч на цветные полосы: красную, оранжевую, желтую, зеленую, голубую, синюю и фиолетовую. А соединяясь вместе, эти лучи вновь образуют белый свет. Можно предположить, что солнечный свет сначала раскладывается на цветные составляющие. Потом что-то происходит, и поверхности Земли достигают лишь голубые лучи. Есть несколько возможных объяснений. Воздух, окружающий Землю, это смесь газов: азота, кислорода, аргона и других. В атмосфере присутствуют еще водяной пар и кристаллики льда. В воздухе взвешены пыль и другие мелкие частицы. В верхних слоях атмосферы находится слой озона. Может быть причина в этом? Какие только гипотезы не выдвигались в разное время для объяснения цвета неба. Первой гипотезой стала гипотеза Леонардо да Винчи, он писал: «светлота поверх темноты становится синей, тем более прекрасной, чем превосходными будут светлое и темное». Второй гипотезой стала гипотеза Ньютона: он считал, что капли воды имеют форму тонкостенных пузырей, наподобие мыльных. Но так как капельки воды, содержащиеся в атмосфере, в действительности представляют собой сферы, то и эта гипотеза вскоре «лопнула». Ну и третьей гипотезой стала гипотеза ученых Мариотта, Бугера, Эйлера, что голубой цвет неба объясняется собственным цветом составных частей воздуха. Ближе всех к правильному объяснению цвета неба подошел Соссюр. Он считал, что если бы воздух был абсолютно чистым, то небо было бы черным, но воздух содержит примеси, которые отражают голубой. Некоторые ученые считали, что молекулы озона и воды поглощают лучи красного цвета и пропускают голубые. Но оказалось, что в атмосфере просто не хватит озона и воды, чтобы окрасить небо в голубой цвет. Тиндалл предположил, что пыль и другие частицы рассеивают свет. Синий свет рассеивается в наименьшей степени. В своей лаборатории он создал модель пыли и осветил ее ярким белым лучом. Пыль окрасилась в синий цвет. Тиндалл решил, что если бы воздух был абсолютно чист, то ничто бы не рассеивало свет. Рэлей в 1899 году опубликовал свое объяснение: именно воздух, а не пыль или дым, окрашивает небо в голубой цвет. Часть солнечных лучей проходит между молекулами газа, не сталкиваясь достигает поверхности Земли. Другая, поглощается газовыми молекулами. При поглощении молекулы заряжаются энергией, а затем испускают ее, появившиеся фотоны могут быть любого цвета от красного до фиолетового. Разлетаются они

---

<sup>1</sup> [nigarqaragozlyu@gmail.com](mailto:nigarqaragozlyu@gmail.com)

во всех направлениях: и к Земле, и к Солнцу, и в стороны. Рэлей предположил, что цвет луча зависит от преобладания в луче фотонов того или иного цвета. Интенсивный голубой свет буквально льется на нас со всех сторон из миллиардов молекул газов атмосферы. К этому свету примешаны фотоны других цветов, поэтому он не имеет чисто синего тона. Небо везде голубое. На севере оно бледное, на юге синее. Таким образом, можно сделать вывод: что это солнечный луч окрашивает воздух высоко над нашей головой! Солнце посылает на Землю свои лучи, но им приходится пробиваться через толстый слой воздуха, который окутывает Землю. А солнечный луч, как мы теперь с вами знаем, многоцветный. И вот, когда этот многоцветный луч проходит через толстый слой воздуха, частицы воздуха рассеивают, разбрызгивают все цвета солнечного спектра, но больше всего, сильнее всего именно его фиолетовую, синюю и голубую части, и потому небо окрашивается голубым цветом. Поэтому цвет неба это голубые брызги разноцветного солнечного луча.

#### **Литература**

1. Ландсберг Г.С. Оптика, 6-е изд., стереот. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003г.
2. Карпенков.С.В. Концепция современного естествознания. М., Изд.2-е.2000г.



## GÜNƏŞ ULDUZ KİMİ SPEKTRİNDƏ BƏZİ FRAUNHOFER XƏTLƏRİNİN ASİMMETRİYA PARAMETRLƏRİ

**D.M.Kuli – Zadə<sup>1</sup>, N.A.Akhundova**  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi*

Bir ulduz kimi Günəşin infraqırmızı spektrinin bəzi Fraunhofer xətlərinin asimetrik parametrləri yüksək dispersiyalı rəqəmsal materiallarla müəyyənləşdirilmişdir.

Diferensial asimetriya

$$\delta(R_i) = \Delta\lambda_{vi} - \Delta\lambda_{ri} \quad ,$$

tam asimetriya

$$\Lambda = \sum_{\delta(R)>0} |\delta(R_i)| \Delta R_i + \sum_{\delta(R)<0} |\delta(R_i)| \Delta R_i \quad ,$$

qalıq asimetriya

$$\Delta\Lambda = \sum_{\delta(R)>0} |\delta(R_i)| \Delta R_i - \sum_{\delta(R)<0} |\delta(R_i)| \Delta R_i$$

və nisbi asimetriya

$$\Lambda_0 = \frac{\Lambda}{w}$$

Fraunhofer xətləri üçün müəyyənləşdirilmişdir. Hesablamalar Bakı Dövlət Universitetinin astrofizika kafedrasında Quluzadə üsulu ilə xüsusi bir proqramdan istifadə edərək aparılmışdır. Alınmış nəticələr:

	$\lambda, \text{Å}^0$	$\Lambda, \text{mÅ}^0$	$\Delta\Lambda, \text{mÅ}^0$
1.	4634,085	1,796473	-0,027319
2.	4942,495	3,452548	-0,571207
3.	5305,870	2,021573	0,036718
4.	5313,590	2,910237	-2,087451
5.	5409,795	3,880059	3,880059

### Ədəbiyyat

1. C.M.Quluzadə. Günəş fizikası (Universitetlərin astrofizika üzrə ixtisaslaşan magistrantları üçün dərs vəsaiti). Bakı: Elm və təhsil, 2012, 232 səh.
2. Джафар Мусейб оглы Кули-заде Фраунгоферов спектр солнца. Баку.: Элм, 2006. 348с.

<sup>1</sup> [ckulizade@mail.ru](mailto:ckulizade@mail.ru), [axundzade097@gmail.com](mailto:axundzade097@gmail.com)

## **MARSIN SPEKTRİNDƏ 6190 A° VƏ 7250 A° UDULMA ZOLAĞINDA METANIN VARLIĞININ MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ**

**Ə.Ə.Vahabova<sup>1</sup>**  
**Bakı Dövlət Universiteti**  
**Fizika fakültəsi**

Mars Günəş sisteminin Günəşə yaxınlığına görə dördüncü planetidir. Marsın atmosferi çox zəif olub, Yerin atmosferindən 160 dəfə seyrəkdir və həm də soyuqdur. Ona görə də burda su, ya səthdə qatı buz formada, ya da havada buxar formada olur. Qırmızı planet adlanan Marsda Günəş qürub edərkən mavi rəngdə görünür. Günəşdən gələn şüaları Marsın atmosferdəki qaz və aerosol səpir. Bir qisim şüalar qaz molekulları və toz hissəcikləri tərəfindən müxtəlif formada udulurlar. Məhz Qırmızı planetin atmosferinin bu xüsusiyyətlərinə görə onun qürub etməsi və üfüqdən qalxarkən Günəşin görünməsi Yerdəkindən fərqlənir. Mars Express kosmik gəmisinin Planetary Fourier Spektrometri (PFS) tərəfindən Marsda metan aşkarlanmışdır. Metan qazının varlığı həm kosmik gəmilər, həm də yerüstü teleskoplarla təsdiq edildi. Metanın Mars atmosferində kimyəvi olaraq uzun vaxt qalması mümkün deyil. Çünki metan su və karbon qazını əmələ gətirmək üçün tez oksidləşir. Bu o deməkdir ki, metan yaxın vaxtda planetdə yaranıb. Bəs bunun səbəbi nədir? Fərqli mikrob tipləri və geoloji hərəkətlər, vulkanlar metan yarada bilər. Metanın mənbəyi keçmiş və ya indiki yeraltı mikroorqanizmlər, hidrotermal fəaliyyət və ya kometlərin toqquşmasından əmələ gəlməklə, biogen və qeyri biogen ola bilər. Kometlər Marsdakı ən böyük metan mənbəyidir. Metan Marsdakı mümkün bioloji daxili və ya atmosfer proseslərinin vacib bir izləyicisidir. Sadəcə metan həyat olduğunu göstərmir. Lakin hər iki halda həm bioloji, həm də geoloji nöqtəyi nəzərdən metan Marsın fəal bir planet olduğunu göstərə bilər. Məqsəd Marsda keçmiş həyatın əlamətlərini axtarmaqdır.

Bu məqsədlə də Marsın 2018 yaxınlaşması zamanı AMEA-nın N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında alınmış Qırmızı planetinin spektrləri təhlil olunur, onun atmosferində metan qazının miqdarı və onun təkamülü üzrə araşdırma aparılacaqdır.

### **Ədəbiyyat**

1. Levin, Gilbert V. Straat, Patricia Ann “Methane and life on Mars” Instruments and Methods for Astrobiology and Planetary Missions XII ( August 2009)
2. Potter. Sean “ Nasa Finds Ancient Organic Material , Mysterious Methane on Mars” (7 iyun 2018)
3. Witze, Alexandra “Mars scientists edge closer to solving methane mystery” Nature, Volume 563, Issue 7729, p. 18-19, ( 25 October 2018)
4. Formisano Vittorio; Atreya, Sushil; Encrenaz, Therese; Ignatiev, Nikolai; Giuranna, Marco “Detection of Methane in the Atmosphere of Mars” Science, Volume 306, Issue 5702, pp. 1758-1761 (October 28, 2004)
5. www.Nasa.gov
6. www.kozmikanafor.com

---

<sup>1</sup> efsanevahabova428@gmail.com

## KOSMİK ŞÜALAR

**Ə.Ə.Quliyeva, U.S.Həsənova \***  
*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti*

Kosmik şüalar – yüksək enerjili hissəciklərin axınıdır. Bu əsasən dünya fəzasından Yerə gələn protonlardır (ilk şüa), eləcə də atom nüvələrinin qarşılıqlı təsiri nəticəsində Yerin atmosferində yaranan təkrar şüalardır.

Kosmik şüalarının əsas mənbəyi Günəş və ən yeni ulduzların partlayışları hesab edilir. Hər belə partlayışda ulduzun örtüyü yüksək sürətlə genişlənir və yüklənmiş hissəciklərin  $\sim 10^{15}$  eV və artıq enerjisinə kimi sürətlənməsinə gətirib çıxardan plazmada zərbə dalğaları əmələ gəlir. Astronomik analizlər kosmik şüalarının orta yaşını 10 milyon ildən artıq olmadığını göstərir. Günəşdən gələn yüklənmiş hissəciklər isə yerin səthinə Günəşdə baş verən partlayışlardan sonra 15-20 dəqiqəyə çata bilər.

Kosmik şüaların təsiri nəticəsində atmosferdə nüvə reaksiyalar gedir və bunun nəticəsində radioaktiv nüvələr – kosmogen radionuklidlər əmələ gəlir. Kosmik şüaların hesabına əhalinin böyük hissəsi ildə təxminən 0,35 mZv şüalanma doza alır. Kosmik şüaların intensivliyi Günəşin aktivliyindən, obyektin coğrafi mövqeyindən və dəniz səviyyəsinin hündürlüyündən asılıdır. Şüaların intensivliyi Şimal və Cənub qütblərdə daha çox, ekvatorial zonalarda isə daha az olur. Bunun səbəbi kosmik şüalarının yüklənmiş hissəciklərinin düşmə istiqamətini əyən Yerin maqnit sahəsidir. Şüalanma dozasının miqdarı, qeyd etdiyimiz kimi, dəniz səviyyəsinin hündürlüyündən asılıdır. Kosmik şüalar elementar hissəciklərin çevrilmə proseslərini və onların strukturlarını öyrənməyə imkan verən yüksək və ən yüksək enerjili hissəciklərin nadir təbii mənbəyidir.

İlkin kosmik şüaların hissəciklərinin əksəriyyəti  $10^9$  eV (1QeV) artıq enerjiyə malikdirlər, ayrı-ayrı hissəciklərin enerjisi  $10^{20}$ - $10^{21}$  eV (yüksəkdə ola bilər) çatır. İlkin kosmik şüaların böyük hissəsi Yerə Günəş sisteminin kənarından – onun ətrafındakı qalaktik fəzadan gəlirlər, onlar **qalaktik kosmik şüalar** adlanır. Onların böyük olmayan bir hissəsi, xüsusilə orta enerjili (<1QeV) **günəş kosmik şüaları** adlanır və Günəşin aktivliyi ilə bağlıdır. Lakin yüksək günəş aktivliyi dövründə, planetlər arası fəzada qısamüddətli günəş kosmik şüalarının axınının güclü artımı baş verə bilər. Ən yüksək enerjili hissəciklər ( $>10^{17}$  eV) qalaktikadan kənar mənşəli ola bilərlər.

Kosmik şüalarla Yerə gətirilən enerjilərin ümumi axını (1 saniyədə  $1\text{m}^2$ -ə  $\sim 0,01$ erq) yeri şüalandıran günəş enerji axını ilə müqayisədə həddindən kiçikdir və görünən ulduz şüaları ilə müqayisə oluna bilər. Lakin istisna deyil ki, uzaq keçmişdə kosmik şüalar Yerdə həyatın evolyusiyasının sürətləndirilməsində müəyyən rol oynayıblar.

Bütün Qalaktika miqyasında kosmik şüaların enerjisinin orta sıxlığı böyükdür ( $\sim 1\text{ev}/\text{sm}^3$ ) – bütün digər növ enerjilərin sıxlığı qədər: cazibə (qravitasiya), maqnit sahəsinin enerjiləri, ulduzlararası qazın hərəkətinin kinetik enerjisi, ulduzların elektromaqnit şüalarının enerjiləri. Buna görə kosmik şüalar bütün Qalaktikanın evolyusiyasına nəzərə çarpan təsiri göstərə bilər.

Kosmik şüaların mövcudluğunu, onlarla hava molekullarının ionlaşdırması üzrə 1912-ci ildə V.Qess tərəfindən təyin olunmuşdur. Yerin səthindən uzaqlaşdıqca ionlaşmanın artması onların yerdən kənar mənşəli olmalarını sübut etdi.

### Ədəbiyyat

1. Березко Е.Г. Происхождение космических лучей: современное состояние проблемы.

## CH CYG SİMBİOTİK ULDUZUNDA SAYRIŞMALAR

**A.Z.Buludkhanlı<sup>1</sup>, R.T.Mammadov<sup>2</sup>, Kh.M.Mikailov<sup>2\*\*\*</sup>**

**\*Bakı State University, \* Batabat Astrophysical Observatory,**

**\*\*\* Shamakhy Astrophysical Observatory**

Simbiotik ulduzlar qarşılıqlı təsirdə olan örtüklə əhatə olunmuş qoşa sistemlərdir. Onlar inkişaf etmiş qırmızı nəhəng və isti komponentdən-ağ cırtıdan ibarətdir. Dumanlığın material mənbəyi öz maddəsini ulduz küləyi və ya pulsasiya vasitəsi ilə itirən qırmızı nəhəng, enerji mənbəyi isə isti ağ cırtıdan hesab olunur. CH Cyg (HD 182917) simbiotik ulduzlar arasında ən parlağı və yaxınıdır. Hipparkosun ölçmələrinə görə ulduza qədər məsafə təxminən 268 +/- 61 ps-dir (ESA 1997). Onun vizual ulduz ölçüsü 1982-83-cü ildə  $V=5.5^m$ -ə qədər yüksəlmiş, 1996-cı ildə isə ən minimal  $V=10.5^m$  olmuşdur. Ulduzun sakit halında parlaqlığı əsasən  $7^m$  olur. Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında (Kh. Mikailov tərəfindən) da CH Cyg simbiotik ulduzun spektral tədqiqatları aparılmış, ulduzun spektrində müşahidə olunan udulma xətlərinin şüa sürətlərinə görə 5650 və 756 günlük periodik dəyişkənlik aşkar edilmişdir.

Bu işdə bizim məqsədimiz CH Cyg simbiotik ulduzun 16 sentyabr 2018-ci il tarixində 1 gecə ərzində apardığımız fotometrik müşahidənin nəticələri haqqında məlumat verməkdir. CH Cyg simbiotik ulduzun fotometrik müşahidələri Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının ZEISS-600 teleskopunda 16-09-2018 tarixində aparılmışdır. Teleskop 4096x4096 pix (1 pix=9mic) ölçülü CCD işıq qəbuledicisi və faydalı görüş sahəsi 17 arcmin olan fotometr ilə təchiz olunmuşdur. TYC 3551-1725-1 müqayisə (comporison) ulduzu, V2365 Cyg (SAO 31628) kontrol (check) ulduzu seçilmişdir. Daha sürətli tezdəyişmələrin xarakterini tədqiq etmək üçün yalnız 1 filtrdə (V) müşahidə aparılmış və fotometrik müşahidələrin ardıcıl davam etmə müddəti 80 dəqiqə olmuşdur. Bu müddət ərzində ekspozisiya 1 san olmaqla 300 kadr alınmışdır.

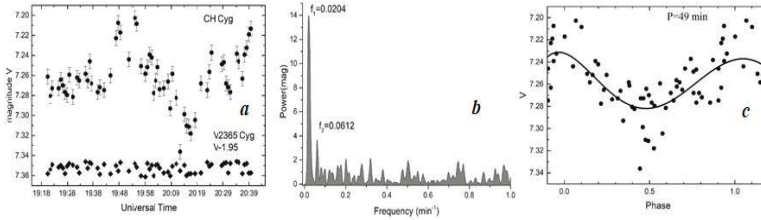
Müşahidə materialının işlənməsi MaxIm DL proqramında apertur fotometriyanın standart prosedurlarına uyğun yerinə yetirilmişdir. Ölçmə dəqiqliyini artırmaq və kadrları kosmik hissəciklərin izlərindən təmizlənməsi üçün ardıcıl hər bir 5 kadr ortalaşdırılmışdır. Bütün ulduz və "flat" (müstəvi sahə) kadrlarından cihaza xarakterik olan "dark" və "bias" kadrları çıxılmışdır. CCD işıq qəbuledicisinin həssaslığının qeyri Bircinsliyini aradan qaldırmaq üçün ulduza aid kadrlar "flat" kadrlarına bölünmüşdür. Bir neçə müqayisə ulduzlarından, o cümlədən, V2365 Cyg tutulan qoşa ulduzdan da kontrol kimi istifadə olunmuşdur. Bu ulduzun nəticələrinə görə ölçmələrin xətası  $\pm 0.007^m$  təşkil etmişdir.

16-09-2018-ci ildə aparılmış müşahidə göstərmişdir ki, CH Cyg simbiotik ulduzunda parlaqlığın bir neçə dəqiqəlik kiçik ampplitudlu dəyişmələr baş verir. Şəkil 1a-da CH Cyg ulduzunun V filtrində parlaqlıq əyrisi verilmişdir. Şəkil 1a-dan da görüldüyü kimi 16-09-2018-ci il tarixdə 80 dəq ərzində aparılan müşahidə ulduzun parlaqlığı  $0.14^m$  ulduz ölçüsü qədər dəyişir və bu dəyişmə müəyyən periodiklik göstərir. Eyni zamanda bir neçə saniyəlik və dəqiqəlik dəyişmələr də şəkildən aşkar görünür. Parlaqlığın bu cür dəyişməsinə sayrışmalar deyilir. Dəqiqəlik zaman şkalasında periodikliyin araşdırılması üçün Scargle metodundan istifadə etməklə statistik spektral furiye-analizini tətbiq etmişik. Şəkil 1b-də 16-09-2018 tarixi üçün V-nin qiymətləri

<sup>1</sup> buludxanlie@gmail.com

<sup>2</sup> mikailov.kh@gmail.com

üçün güc spektri verilmişdir. Şəkil 1*b*-dən görüldüyü kimi güc spektrində ən yüksək pik tezliyin  $f_1 = 0.0204 \text{ min}^{-1}$  qiymətinə uyğun gəlir. Buradan isə  $P = 1/f = 1/0.0204 = 49$  dəq. CH Cyg simbiotik ulduzun V filtrində 16-09-2018 (müşahidə müddəti 80 dəq.) tarixdə dəyişmənin periodu 49 dəq. olmuşdur. Şəkil 1*c*-də 16-09-2018 tarixi üçün V filtrində parlaqlığın faza diaqramı verilmişdir. Ulduzda baş verən qısa müddətli tezdəyişmələri onunla izah etmək olar ki, simbiotik sistemin isti ulduzu nəhəng ulduza yaxın olanda, yəni ulduz periastrdan keçəndə (CH Cyg ulduzunda period çox böyük olduğu üçün 15 ildən artıq) sistemin ulduzları bir neçə il yaxın olurlar.



**Şək. 1.** *a*- CH Cyg və V2365 Cyg ulduzlarının 16-09-2018 tarixində V filtrində parlaqlıq ayrısı.

*b*-V qiymətlər massivinə görə 0-1.0 tezlik intervalında qurulmuş güc spektri.

*c*- CH Cyg ulduzunun V filtrində parlaqlığının fazadan asılılığı.  $P=49$  min.

Tərəfimizdən gecə ərzində aparılmış müşahidə bir daha göstərir ki, CH Cyg ulduzunda da az saylı simbiotik ulduzlara xarakterik olan parlaqlığın bir neçə dəqiqəlik kiçik amplitudlu tezdəyişmələri (sayrışmalar) baş verir. Müşahidə periodu ərzində CH Cyg ulduzu parlaqlığını təxminən 0.14 ulduz ölçüsü qədər dəyişmiş və 49 dəqiqəlik periodik dəyişmə aşkar edilmişdir.

### References

1. Van Leeuwen, F., Hipparcos, the New Reduction of the Raw Data, Astrophysics and Space Science Library, 2007, Volume 350.
2. Mikailov, Kh. M.; Khalilov, V. M., Spectral investigations of the symbiotic star CH Cygni, Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel, 2005, vol. 21, no. 6, p. 452-460.
3. Mikailov Kh. M., Buludkhanlı A. Z., Photometric and spectral redshifts in the star CH Cygni. Modern trends in physics, International conference (01-03 may 2019). Baku State University, Baku, 2019 p. 161.
4. Abdullayev, B.I., Alekberov, I.A., Gulmaliyev, N.I., et al., A new photometer – polarimeter coupled with ccd, Azerbaijani Astronomical Journal, 2012, №4, p.39-47.

**ANOMAL QUYRUQLU KOMETLƏRLƏ METEOR SELLƏRİN  
MOİD – MƏSAFƏLƏRİNİN PAYLANMASI**

**Ə.S.Quliyev<sup>1\*</sup>, A.P.Həsənova<sup>2\*\*</sup>**

**\*Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası,**

**\*\*Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi**

*Bu işdə anomal quyruğa malik olan 79 kometin 110 meteor selləri ilə MOİD (orbitlərarası ən kiçik məsafə) təyin olunmuşdur. Məsələnin qoyuluşunda əsas hədəf meteor sellərinə çox yaxın keçən və anomal quyruğa malik kometlərin varlığı ehtimalını yoxlamaqdan ibarətdir. Hesablamaların nəticəsini araşdırarkən biz 0.01 a.v. -dən kiçik olan məsafələrə diqqətimizi yönəlttik. Bir çox halda bir kometin bir yox, bir neçə seldən keçməsi halına rast gəlinir.*

Bu işdə anomal quyruğa malik olan 79 kometin 110 meteor selləri ilə MOİD (orbitlərarası ən kiçik məsafə) təyin olunmuşdur. Kometlərin siyahısı müxtəlif mənbələrdən toplanmış, meteor sellərinin siyahısı isə Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının saytından götürülmüşdür. Hesablama alqoritmi (1) məqaləsində təsvir olunmuş hesablama sxemindən istifadə olunmuşdur. Məsələnin qoyuluşunda əsas hədəf meteor sellərinə çox yaxın keçən və anomal quyruğa malik kometlərin varlığı ehtimalını yoxlamaqdan ibarətdir. Keçid zamanı komet nüvəsi meteor cisimlərinin zərbəsinə məruz qala bilər. Əgər zərbə Günəş istiqamətində olarsa, onda yaranan quyruq həmin istiqamətə yönələ bilər. Bu yolla anomal quyruq əmələ gələ bilər. Hesablamaların nəticəsini araşdırarkən biz 0.01 a.v. -dən kiçik olan məsafələrə diqqətimizi yönəlttik. Hesablamaların nəticələri aşağıdakı cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

**Anomal quyruqlu kometlərin meteor sellərinə nisbətən  
MOİD məsafələri**

N	Komet	MOİD	N	Komet	MOİD
CAP	C/1969 T1	0.002	ETA	C/1987 P1	0.00993
	19P/1994	0.002		10P/1930	0.006
STA	C/1969 T1	0.0016	NİA	2P/1941	0.002
	C/2000 WM1	0.0047		2P/1947	0.00652
	2P/1924	0.0091		2P/1951	0.00184
	37P/1942 L1	0.0062	TAH	35/1939 O1	0.0094
	96P/1986 J1	0.005	COR	C/1851 U1	0.00279
GEM	109P/1862 O1	0.004		109P/1862 O1	0.00504
		C/1980 O1	0.0011	SSG	C/1743 X1
LYR	C/1743 X1	0.0006	19P/1918		0.00609
PER	C/1954 O1	0.005	NCC	C/2013 V5	0.00299
	213P/2009 B3	0.00476		10P/1930	0.00592
ORİ	34P/1938J1	0.0065	AAN	C/1823 Y1	0.00567
DRA	2P/1937	0.0028		C/1980 O1	0.0055
QUA	24.C/1932 M1	0.0059	APS	C/1939 B1	0.00975

<sup>1</sup> quliyevayyub@gmail.com

<sup>2</sup> hasanovafat@gmail.com

EVi	2P/1937	0.0004		2P/1951	0.00541
	39P/1943 G1	0.0045		2P/1941	0.00516
KCG	213P/2009 B3	0.0089		2P/1947	0.00287
URS	C/1858 L1	0.00997		6P/1976	0.00451
	2P/1951	0.0086	ELY	C/1987 P1	0.00488
NTA	C/1680 V1	0.00533	OCE	C/2013 V5	0.00656
AND	C/1988 P1	0.00338	SZC	C/1995 O1	0.0087
	39P/1943 G1	0.00052		C/2000 WM1	0.00693
MON	35/1939 O1	0.00687	ARİ	C/1823 Y1	0.00335
	37P/1942 L1	0.00311		C/1844 Y1	0.00957
EGE	C/1844 Y1	0.00928		213P/2009 B3	0.00246
	C/1892 E1	0.00153	ZPE	2P/1937	0.00222
KSE	C/2004 F4	0.00932		2P/1941	0.00982

Cədvəldə N-lə işarələnmiş sütun Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının siyahısındakı selin nömrəsi, sonrakı sütun kometin işarəsi və növbəti sütun MOİD məsafəsini ifadə edir.

Hesablamalar nəticəsində 79 kometlə 110 meteor sellərinin MOİD məsafə paylanması 133 faktiki toqquşma halı aşkar edilmişdir. Bu hallarda MOİD-məsafələri 0.01 a.v. məsafədən kiçik olmuşdur. Bir çox halda bir kometin bir yox, bir neçə seldən keçməsi halına rast gəlinir. Bu onu göstərir ki, meteor selləri ilə toqquşma anomal quyruqların əmələ gəlməsində əsas mexanizmlərdən biri kimi baxıla bilər.

### Ədəbiyyat

1. T. Wisniowski and H. Rickman, Acta Astron. 63 (2), 293 (2013).
2. Beynəlxalq Astronomiya İttifaqının meteor selləri siyahısı,  
<https://www.ta3.sk/IAUC22DB/MDC2007/>
3. G. F. Gronchi, Celest. Mech. and Dyn. Astron. 93 (1-4), 295 (2005)

**YÜKLÜ  $H^+$  -HIQQS BOZONUN ÇEVİRİLMƏ KANALI ,  
 $H^+ \rightarrow W^+ hh$ -ÇEVİRİLMƏ KANALININ ENİ**

**N.Ə.Əlizadə<sup>1</sup>**

**Bakı Dövlət Universiteti**

**Fizika fakültəsi, II kurs (magistr)**

*Hiqq s bozonun kəşfi ilə əlaqədar olaraq onun müxtəlif çevrilmə kanallarının nəzəri öyrənilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Biz  $H^+ \rightarrow W^+ hh$ -çevrilmə kanalının enini riyazi ifadəsini tapacağıq.Çevrilmə kanalının enini tapmaqla bir sıra kəmiyyətləri izah edə bilərik.*

Yüklü  $H^+$  Hiqq s bozonun  $H^+ \rightarrow W^+ hh$ -çevrilmə kanalına baxaq. Yüklü  $H^+ \rightarrow W^+ hh$ -çevrilmə kanalının enini riyazi ifadəsini tapmaq üçün çevrilmə kanalının amplitudunu tapıb kvadrata yüksəltmək və verilmiş düsturdə yerinə yazıb hesablamaq lazımdır. Minimal Supersimmetrik Standart Modelə əsasən  $H^+ \rightarrow W^+ hh$ -çevrilmə kanalının amplitudunu yazaq.

$$M(H^\pm \rightarrow W^\pm hh) = ig_{H^\pm W^\pm h} \times g_{W^\pm W^\pm h} \times \times R_\mu \left( -g_{\mu\nu} + \frac{q_\mu q_\nu}{M_W^2} \right) \times \frac{U_\nu^*(k)}{q^2 - M_W^2 + iM_W \Gamma_W} . \quad (1)$$

(1) –ifadəsini kvadrata yüksəldib yazaq.

$$\left| M(H^\pm \rightarrow W^\pm hh) \right|^2 = 2G_F^2 M_W^4 \cos^2(\beta - \alpha) \times \times \frac{f_W}{(1 - x_1 + r_h - r_W)^2 + r_W \gamma_W} . \quad (2)$$

(2)- ifadəsi araşdırdığımız çevrilmə kanalının amplitudunun kvadratının riyazi ifadəsidir.

(2)-ifadəsini, (3)-ifadəsində nəzərə alsaq,  $H^+ \rightarrow W^+ hh$ -çevrilmə kanalının eni üçün (4)-ifadəsini almış olarıq .

$$\frac{d\Gamma(H^\pm \rightarrow W^\pm hh)}{dx_1 dx_2} = \frac{\left| M(H^\pm \rightarrow W^\pm hh) \right|^2}{2^8 \pi^3} M_A \quad (3)$$

$$\frac{d\Gamma(H^\pm \rightarrow W^\pm hh)}{dx_1 dx_2} = \frac{G_F^2 M_W^4 M_A}{2^7 \pi^3} \cdot \sin^2(\beta - \alpha) \times \times \frac{f_W}{(1 - x_1 + r_h - r_W)^2 + r_W \gamma_W} \quad (4)$$

(4)-ifadəsi ,  $H^\pm \rightarrow W^\pm + h + h$  -çevrilmə kanalının eninin riyazi ifadəsidir.

**Yekun:** Hiqq s bozonunun aşkarlanması kütlənin mənşəyini, kainatın yaranışı ilə bağlı suallara cavab tapılmasını da asanlaşdırı bilər. Biz  $H^\pm \rightarrow W^\pm hh$ -çevrilmə kanalının

<sup>1</sup> [nargiz2051@mail.ru](mailto:nargiz2051@mail.ru)



$$\frac{d\Gamma(H^\pm \rightarrow W^\pm hh)}{dx_1 dx_2} = \frac{G_F^2 M_W^4 M_A}{2^7 \pi^3} \cdot \sin^2(\beta - \alpha) \times$$
$$\times \frac{f_W}{(1 - x_1 + r_h - r_W)^2 + r_W \gamma_W}$$

-enin riyazi ifadəsini almış olduq.

### **Ədəbiyyat**

1. S.Q.Abdullayev, Fizika ,Standart model lepton və kvarkların xassələri 2017, s. 20-35,
2. A.Djouadi, The Anatomy of Electro –Weak Symmetry Breaking . Tom II: The Higgs bosons in the Minimal Supersymmetric Model s. 15-19

## MAQNİT SAHƏSİNDƏ KVANT ÇUXURUN ENERJİ SPEKTRİ

L.A.Eyvazova<sup>1</sup>, H.B.İbrahimov

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi

*Bu işdə bərk cisim fizikasının müasir inkişafı ilə əlaqədar olaraq tədqiqat obyektləri kimi qəbul olunan həcmi yarımkeçiricilər əvəzinə nazik təbəqələr, çoxsaylı nazik təbəqəli quruluşlar, məfəllər və kristallitlərdən istifadə olunur.*

Kvant çuxurlarda maqnit sahəsinin energetik spektrə və dalğa funksiyasına təsiri Şrödinger tənliyi ilə ifadə olunur. Bunun üçün impuls operatorunu maqnit sahəsinin ümumiləşmiş impuls operatoru ilə əvəz etmək tələb olunur:

$$\left\{ \frac{1}{2m^*} (-i\hbar\nabla - eA)^2 + V(z) \right\} \psi(r) = E\psi(r) \quad (1)$$

Burada  $A$  -maqnit sahəsinin induksiya vektorunun potensialıdır [ $B = \text{rot}(A)$ ]. Bu ifadənin həlli ikiölçülü lay müstəvisinə nisbətən əsasən  $B$  vektorunun istiqamətindən asılıdır. İki hala baxaq: Birinci olaraq bu vektor ikiölçülü layın müstəvisi  $x$  oxu istiqamətində yönəlib. İkinci halda isə bu laya perpendikulyar yönəlib.

Birinci hal üçün vektor potensialı bircins maqnit sahəsində  $A = (0, -Bz, 0)$  bu halda götürmək olar. Bu baxımdan (1) ifadəsi sonsuz dərin düzbucaqlı kvant çuxuru üçün onu funksiyaların dəyişənlərin bölünməsi metodu ilə həll etmək olar:

$$\psi_{k_{\perp m}}(r) = \frac{1}{\sqrt{S}} \exp(ik_{\perp} r_{\perp}) \varphi_m(z - z_0) \quad (2)$$

Bu funksiya elektronların  $x$  oxu istiqamətində sərbəst hərəkəti ilə bağlı olub və  $yz$  müstəvisində hərəkətin lokallaşması kimi qeyd olunur. Hərəkətin lokallaşması  $\varphi_m(z - z_0)$  funksiyasına müvafiq olaraq aşağıdakı ifadə ilə sıfır sərhəd şərtləri ilə  $\varphi(-\infty) = \varphi(+\infty) = 0$  verilib:

$$\left\{ -\frac{\hbar^2}{2m^*} \frac{d^2}{dz^2} + V(z) + \frac{1}{2} m^* \omega_c^2 (z - z_0)^2 \right\} \varphi_m(z - z_0) = E_m \varphi_m(z - z_0)$$

Burada  $z_0 = -\frac{\hbar k_y}{eB}$ ,  $\omega_c = \frac{eB}{m^*}$  siklatron tezliyidir. Bu ifadə kvant harmonik ossilyatorun tənliyinin analoqudur.  $z_0$  tarazlıq nöqtəsi ətrafında rəqs edir. Onun da hərəkəti kvant çuxurda əlavə olaraq məhdudlaşır. Bu ifadəyə uyğun  $E_m$  enerjisinin məxsusi qiyməti özündə diskret səviyyələri göstərir. Göründüyü kimi əgər kvant çuxurun eni artarsa, maqnit sahəsinin enerji spektri də artmağa başlayacaq.

<sup>1</sup> leyvazova65@gmail.com

## BÖLMƏ 2 İSTİLİK FİZİKASI

### ALA1-ARG2-PRO3 TRIPEPTİD FRAQMENTİNİN FƏZA QURULUŞUNUN TƏDQIQI

O.G.Güləhmədov<sup>1</sup>, L.İ.Vəliyeva \*  
Bakı Dövlət Universiteti,  
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)

*Tədqiqat işinin məqsədi allatostatin 6 molekulunun Ala1-Arg2-Pro3 tripeptid fraqmentinin fəza quruluşunun tədqiq edilməsindən ibarətdir. Hesablamalarda fraqmentin fəzada tuta biləcəyi bütün mümkün hallar nəzərdən keçirilmiş, onun enerji və həndəsi parametrləri öyrənilmiş, həmçinin yan zəncirlərinin ikiüzlü bucaqlarının dəyişmə hədləri kəmiyyətcə qiymətləndirilmişdir.*

Hesablamalarda nəzəri konformasiya analizi üsulundan istifadə edilmişdir. Bu üsula əsasən ixtiyari molekul atomlar sistemi kimi götürülür və bu zaman onun nüvə-elektron quruluşu nəzərə alınmır. Burada istifadə olunan yarımempirik potensial funksiyalar və onların parametrləri [1-3] işlərindən götürülmüşdür, nəticələri şərh etmək üçün standart identifikatorlar sistemindən istifadə olunmuşdur. Hesablamalar apararkən ikiüzlü bucaqların qiymətləri standart nomenklaturaya uyğun götürülür.

Gördüyümüz kimi bu tripeptid fraqmenti polyar yan zəncirə malik arginin amin turşusundan, suda həll olmayan və hidrofob amin turşuları qurupuna daxil olan alanin və prolin amin turşularından ibarətdir. Arginin (Arg) amin turşusunun yan zənciri müsbət yükləndiyinə görə o, həmişə zülal qlobulunun kənarında yerləşir və zülalın suda həll olma faizini artırır. Bundan başqa, digər amin turşularına nisbətən, Arg daha çox kənar təsirlərə məruz qaldığı üçün parçalanmaya da meyillidir. Ala1-Arg2-Pro3 tripeptid fraqmentinin konformasiya analizini aparmaq üçün 162 ilkin variant yığılaraq hesaba buraxılmışdır. Hesablamalardan aydın olur ki, tədqiq edilmiş 162 konformasiyadan yalnız 23-ü enerji cəhətcə əlverişli konformasiyalardır. Bunlardan 0÷3 kkal/mol nisbi enerji intervalına 13 konformasiya düşür. Əlverişli konformasiyalardan 11-i fe şəypinə, 8 isə ee şəypinə mənsubdur (cə.d.1). Digər konformasiyalar enerji cəhətcə əlverişli olmadıqlarına görə bütöv molekulun fəza quruluşu tədqiq edilən zaman onlar nəzərə alınmayacaqlar.

Cədvəl 1

#### Ala1-Arg2-Pro3 tripeptid fraqmentinin optimal konformasiyalarında enerjiyə görə paylanma

Şeyp	Nisbi enerji intervalı, kkal/mol					Konformasiyaların ümumi sayı
	0÷1	1÷2	2÷3	3÷5	>5	
fe	2	3	2	4	-	11
ee	2	1	3	2	-	8
ef	-	-	-	1	3	4
ff	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> orxangulehmedov0@gmail.com

**Ədəbiyyat**

1. Momany, F.A., McGuire R.F., Burgess, A.W., Scheraga, H.A. "Energy parameters in polypeptides: VII. Geometric parameters partial atomic charges, nonbonded interaction for naturally occurring amino acid" (1975) J.Phys.Chem., 79, 2361-2381.
2. Popov, E.M. The Structural Organization of Proteins (in Russian), Nauka, Moscow, 1989, 352 pp.
3. IUPAC-IUB Commision on Biochemical Nomenclature Abbreviations and symbols for description of conformation of polypeptide chains (1974) Pure Appl. Chem., 40, 291-308

## **HİS-ALA-İLE-TYR TETRAPEPTİD FRAQMENTİNİN FƏZA QURULUŞU**

**R.R.Quliyeva<sup>1</sup>, G.C.Abbasova**  
*Bakı Dövlət Universiteti*

*Verilmiş işdə His-Ala-İle-Tyr-Pro-Arg-His (HAIYPRH) yeddi amin turşu ardıcılığından ibarət olan T7 peptidi molekulunun dörd amin turşusundan ibarət olan tetrapeptid fraqmentinin fəza quruluşu öyrənilmişdir. Minimizasiyadan sonra alınan dayanıqlı konformasiyaların tam enerjisi, bu enerjiyə verilən digər enerji payları: qeyri-valent qarşılıqlı təsir enerjisi, elektrostatik qarşılıqlı təsir enerjisi, torsion potensial analiz olunmuşdur.*

Nanobiotexnologiyanın başlıca tərkib hissəsi tibbdir. Buraya yeni diaqnostik və nəzarət sistemlərinin yaradılması, yeni tip dərman preparatlarının yaradılması və onların lazım olan yerlərə çatdırılması, zədələnmiş orqan və toxumaları əvəz edəcək yeni biouyğunlaşma qabiliyyətli materialların yaradılması aiddir. İndi artıq nanohissəciklərin köməyi ilə qanaxmanı, xərcəng şişlərini aşkar etmək, dərmanları lazım olan ünvana çatdırmaq mümkündür. Belə dərmanlardan biri də T7 peptiddir. T7 peptidi His-Ala-İle-Tyr-Pro-Arg-His (T7) amin turşu ardıcılığından ibarətdir. Nəzəri konformasiya analizi metodu ilə T7 peptidinin His-Ala-İle-Tyr tetrapeptid fraqmentinin fəza quruluşu öyrənilmişdir.

Əsas zəncirin forması molekulu təşkil edən ayrı-ayrı amin turşu qalıqlarının formaları ilə xarakterizə olunur. Amin turşu qalıqlarının formaları isə əsas zəncirin  $\varphi, \psi$  ikiüzlü bucaqlarının konkret qiymətləri ilə deyil, bu bucaqların R, B, L, P kimi işarə edilmiş kiçik enerjili oblastlarda müəyyən intervaldakı qiymətləri ilə xarakterizə olunurlar.

Histein və tirozin digər amin turşularına nisbətən daha çox polyar qrupa malikdirlər. Tirozin amin turşu qalığının yan zənciri aromatik halqaya malikdir. O hidrofil olmasına baxmayaraq, onun yan zəncirində, həm də qeyri-polyar OH qrupu vardır. Ona görə də tirozinin yan zənciri digər amin turşularından fərqli olaraq su mühitində həmişə mühitə doğru yönələcək.

His-Ala-İle-Tyr tetrapeptid fraqmenti üçün hesablanmış çoxlu sayda konformasiyadan 0-4 kkal/mol enerji intervalına düşən 6-fee, eff, efe, eee, fef, fff şeyplərinə məxsus 10 konformasiya düşmüşdür.

### **Ədəbiyyat**

1. Han L., Huang R., Liu S., Huang S., Jiang C. // Mol. Pharm., 2010, vol.7 (6), p.2156-2165.
2. Han L., Li J, Huang R., Liu S., Hu X., Yi P., Shan D., Wang X., Lei H., Jiang C.// Biomaterials, 2011, vol.32 (11), p.2989-2998.
3. Аббасова Г.Д., Алиева И.Н., Омарова А.И., Годжаев Н.М. // Известия НАНА (серия физ.-мат. и технических наук), 2010, том XXX, № 5, с.112-120.
4. Аббасова Г.Дж., Алиева И.Н., Омарова А.И. // Fizikanin müasir problemləri, VI Respublika Konfransının Materialları, Bakı, 2012, s.218-221.
5. Abbasova G.C., Əliyeva İ.N., Ömərova Ə.İ., Ramazanov M.Ə., Nəbiyev N.S. // Azerbaijan Journal of Physics, Fizika, vol. XVI, No. 2, 2010, p.47-50.

<sup>1</sup> *abbasova1962@mail.ru*

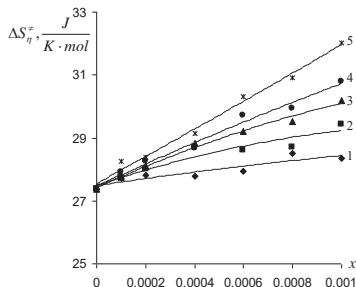
## STRUCTURAL CHARACTERISTICS IN WATER-POLYETHYLENE GLYCOL-LiOH SYSTEMS

**M.E.Hashimova<sup>1</sup>, B.G.Pashayev \***  
*Baku State University*  
*Physics faculty, II course (master)*

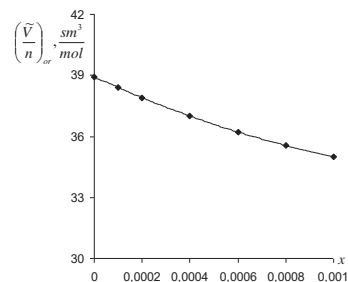
The dynamic viscosity and density of water-PEG-LiOH systems was measured at the range of temperature 293,15-323,15 K and a concentration of molar fraction of polyethylene glycol to 0-0.001. Polyethylene glycol molecules with a molecular weight of 1000, 1500, 3000, 4000 and 6000 were investigated and the concentration of LiOH was taken 0,01 molar fraction. Using experimental results, the temperature and concentration at the range of investigated systems the activation parameters of the viscous flow and partial molar volumes of polyethylene glycol in solutions were calculated. It was determined that when concentration and molecular weight increase, the solution becomes more structured.

It is known that water has a certain structure and this structure depends on external factors (temperature, pressure, soluble substance etc.). Water-soluble substances have different effects on the structure of water, depending on their chemical composition and structure. It was determined that LiOH has the destructive effect on water, while PEG has structural effect [1, 2]. Here the structural features of water-PEG-LiOH at temperature 293.15-323.15 K and 0-0.001 partial molar concentration of PEG were investigated by means of methods viscometry and pycnometers. Using experimental results, were analyzed dependence activation Gibbs energy of viscous flow ( $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$ ), activation enthalpy of viscous flow ( $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$ ), activation entropy of viscous flow ( $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$ ) and the partial molar volume of PEG ( $\tilde{V}$ ) in solution of studied systems in concentration of PEG.

The systems of water-PEG-LiOH where PEG is characterized by different molecular weight at 293,15 K dependence activation entropy of viscous flow ( $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$ ) on the PEG concentration ( $x$ ) is shown in Fig. 1.



**Fig. 1.** The dependence of the activation entropy of viscous flow of water-PEG- LiOH systems on PEG concentration.



**Fig. 2.** Dependence of the average value PEG per monomer on concentration of the partial molar volume of the of PEG in system water-PEG-LiOH. ( $x_{LiOH}=0.01$ ,  $T=293.15$  K).

1-PEG(1000), 2-PEG(1500), 3-PEG(3000), 4-PEG(4000) \*, 5-PEG(6000)

<sup>1</sup> [physics.97.00@mail.ru](mailto:physics.97.00@mail.ru)

It should be noted that,  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$  is the energy used for activation 1 mole molecule,  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  represents the changes in the solution in terms of energy and  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  characterized the changes in solution in terms of structure. Thus, increased  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$  with growth of concentration indicates that more energy can be consumed for overcoming potential of molecule, while in cease in  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  indicates the system has steadier structure, increase in  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  determines the system is becoming more structured [2, 3]. Due to, dependence of viscous flow parameter from concentration (Fig. 1) it is possible to tell that, in process of increase in concentration of PEG in solution has stronger structure and more structured. Let's note that, with increase in concentration of LiOH in water the  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$  and  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  parameters increase, and the parameter  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  decreases slightly [1].

Structural properties of aqueous solutions are also characterized by the partial molar volume of components of solution. Partial molar volume of PEG in solution decreases with increase in concentration at the given temperature and the partial molar volume of PEG increase along with the molecular weight increases at the given temperature and concentration. In Fig. 2 the dependence of PEG of various molar weight on concentration at 293.15 K is shown (average value of molar volume on monomer). We can described this dependence with the equation

$$\left(\frac{\tilde{V}}{n}\right)_{av} = 1511612,1x^2 - 5440,5x + 38,9$$

It is possible to assume that the volume portion of big sizes associations in space, the fractional share of its separate parts is less than the sum of volume portion of and vise versa. Depending on dependence of partial molar volume on concentration it is possible to assume that the molecules PEG are connected first of all by hydrogen binding with free molecules of water. It leads to reduction of partial molar volume of PEG due to increase in concentration. This indicates that the solution has become more structured due to increase in PEG concentration.

### References

1. Masimov E.A., Pashayev B.G., Hasanov H.Sh., Musayeva S.I. News of Baku University, № 3, 126 (2013).
2. Masimov E.A., Pashayev B.G., Hasanov H.Sh., Musayeva S.I. Russian Journal of Physical Chemistry, 2013, vol. 87, №12, p.2105 (2013).
3. Masimov E.A., Hasanov H.Sh., Pashayev B.G. Liquid viscosity. Baku, "Publishing House Laman", 2016, 285 p.

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ АЛЛАТОСТАТИНА 6

**О.Г.Гулехмедов<sup>1</sup>, Л.И.Велиева \***  
*Бакинский Государственный Университет  
Физический факультет, II курс (магистрант)*

Аллатостатин 6 состоит из восьми аминокислотных остатков Ala1-Arg2-Pro3-Tyr4-Ser5-Phe6-Gly7-Leu8-NH<sub>2</sub> (ARPYSFGL). Для изучения ее пространственной структуры был использован метод теоретический конформационный анализ, описанный в работах [1-4]. Расчеты велись поэтапно, на основе стабильных конформаций метиламидов N-ацетил- $\alpha$ -аминокислот с учетом различных ориентаций их боковых цепей. Поэтапный расчет пространственной структуры аллатостатина 6 включал изучение конформационных состояний последовательно наращиваемых фрагментов Ala1-Arg2-Pro3, Pro3-Tyr4-Ser5-Phe6 и Pro3-Tyr4-Ser5-Phe6-Gly7-Leu8.

Полученные на предыдущих этапах расчета результаты были положены в основу конформационного анализа всей молекулы аллатостатина 6, содержащего 132 атома и 40 варьируемых двугранных угла вращения. Всего было рассчитано 539 вариантов, из которых 63 попадают в интервал относительной энергии 0-10 ккал/моль. Как следует из результатов расчета, сохраняется преобладание структур, рассчитанных на предыдущих этапах расчета, т.е. низкоэнергетические конформационные состояния пептида являются сочетанием глобальных конформаций как трипептидного фрагмента Ala1-Arg2-Pro3, так и фрагмента Pro3-Tyr4-Ser5-Phe6-Gly7-Leu8.

Состояние с низкими значениями энергии обладают преимущественно свернутыми формами пептидной цепи. Такие конформации стабилизированы, главным образом, невалентными взаимодействиями остатков аргинина с фенилаланином и аргинина с тирозином. Наличие близких контактов между остатками Pro3 и Leu8 (расстояние между C $\alpha$  атомами <7 Å) свидетельствует о формировании  $\beta$ -изгиба на этом участке цепи. Низкоэнергетические конформационные состояния стабилизированы системой водородных связей, среди которых связь между CO и NH атомами основной цепи остатков Pro3 и Leu8, которая стабилизирует  $\beta$ -поворот на этом участке пептидной цепи.

### Литература

1. Попов Е.М. Структурная организация белков. М.: Наука, 1989, 352с.
2. Максумов И.С., Исмаилова Л.И., Годжаев Н.М. 'Программа полуэмпирического расчёта конформаций молекулярных комплексов на ЭВМ' //Журнал структурной химии, 1983, т.24, No4, с.147-148
3. Momany F.A., McGuire R.F., Burgess A.W., Scheraga H.A. "Energy Parameters in Polypeptides: Geometric Parameters, Partial Atomic Charges, Nonbonded Interaction for Naturally Occuring Amino Acid" //Phys. Chem., 1975,v.79, p.2361-2381
4. IUPAC-IUB Commision on Biochemical Nomenclature Abbreviations and Symbols for Description of Conformation of Polypeptide Chains //Pure Applied Chem., 1974, v.40, p.291-308

<sup>1</sup> [orxangulehmedov1@gmail.com](mailto:orxangulehmedov1@gmail.com)



## DİFRAKSIYA QƏFƏSİ

A.R.Eminova<sup>1</sup>, G.C.Abbasova \*

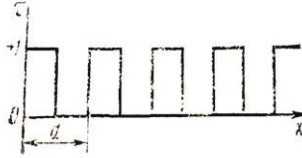
Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi

*Difraksiya qəfəsi işıq dəstəsini spektrə ayırmaq və işığın dalğa uzunluğunu ölçmək üçün istifadə olunan cihazdır. Difraksiya qəfəsinin iş prinsipi işığın difraksiyasına və interferensiyasına əsaslanmışdır. Difraksiya qəfəsləri iki cür olur: qayıtarıcı və şəffaf difraksiya qəfəsləri.*

Bir-birindən eyni enə malik qeyri-şəffaf maneələrlə ayrılmış bərabər enli paralel yarıqlardan ibarət olan sistem *difraksiya qəfəsi* adlanır. Şəffaf (b) və qeyri-şəffaf (a) hissələrin enləri cəmi (d) *difraksiya sabiti* adlanır:

$$d = a + b$$



Haqqında söhbət apardığımız difraksiya qəfəsində şəffaflıq (ışıq buraxmanın amplitud əmsalı) adlandırılan kəmiyyət) qəfəs boyu sıçrayışla dəyişərək, periodik olaraq 0 və qiymətlərini alır.

Bir yarıqdan Fraunhofer difraksiyasında olduğu kimi burada da intensivliyin difraksiya bucağından asılı olaraq paylanmasını qrafik və analitik üsullarla müəyyən etmək olar.

Müxtəlif yarıqlardan  $\varphi = 0^0$  istiqamətində yayılan bütün rəqslər eyni faza və amplituda malikdir. Deməli, bu halda amplitud vektorlarının hamısı eyni düz xətt üzrə yönələcək və bu səbəbdən də həmin istiqamətdə yekun amplitud

$$E_0 = NE_{01}$$

burada  $E_{01}$  bir yarığa uyğun gələn rəqs amplitududur. İstiqamətdə intensivlik

$$I_0 = N^2 E_{01}^2$$

Göründüyü kimi,  $N$  yarıqdan difraksiya halında istiqamətdəki intensivlik interferensiya edən şüalar sayının ( $N$ ) kvadratı ilə düz mütənəsb olaraq böyüyür.

Birinci və sonuncu yarıqlardan yayılan rəqslərin fazalar fərqi  $2\pi$  olduqda minimum müşahidə olunur.  $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta l$  olduğundan ( $\Delta l$  -qonşu yarıqların müvafiq

hissələrindən yayılan şüaların yollar fərqidir)  $\Delta l = \frac{\lambda}{N}$  olur. Bu, qonşu baş

maksimumlar arasında yaranan əlavə minimumların alınma şərtini müəyyən etməyə imkan verir:

$$d \sin \varphi = m\lambda + p \frac{\lambda}{N} \quad p = 1, 2, 3, \dots, N-1$$

<sup>1</sup> aytaceminova67@gmail.com

Verilmiş baş maksimumdan qonşu minimuma keçdikdə yollar fərqi  $\frac{\lambda}{N}$  qədər

dəyişdiyindən  $\Delta(d \sin \varphi) = \frac{\lambda}{N}$  dəyişdiyindən  $\Delta(d \sin \varphi) = \frac{\lambda}{N}$  yazıla bilər. Buradan

$d \cos \varphi \cdot \Delta \varphi = \frac{\lambda}{N}$  və baş maksimumun bucaq eni üçün  $\Delta \varphi = \frac{\lambda}{Nd \cos \varphi}$  alınır.

Difraksiya bucağının kiçik qiymətlərində  $\cos \varphi \approx 1$  və  $\Delta \varphi = \frac{\lambda}{Nd}$  olur. Deməli,

$d = \text{const}$  olduqda, yarıqlar sayı artdıqca maksimumların intensivliklərinin böyüməsi ilə yanaşı onların eni kəskin kiçilir və bunun nəticəsində də yayılmış maksimumlar, arasında qaranlıq oblast olan dar zolaqlara çevrilir.

### **Ədəbiyyat**

1. Qocayev N.M. Ümumi fizika kursu, IV cild, Bakı: Optika, 2009.

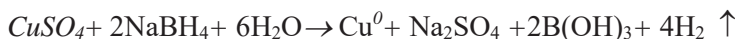
## **ANTİMİKROB XASSƏLİ MİS NANOHISSƏCİKLƏRİNİN SİNTEZİ VƏ STABİLLƏŞDİRİLMƏSİ**

**T.İ.Qarakişili<sup>1</sup>, F.V.Hacıyeva**  
**Bakı Dövlət Universiteti**  
**Fizika fakültəsi, I kurs (magistr)**

*Tədqiqat işində təcrübə ilə mis (Cu) nanohissəciklərinin sintezi və stabilləşməsi həyata keçirilmişdir. RDA və SEM analizləri nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, sintez olunmuş nanohissəciklər nüvədə əsasən mis, səthi isə mis oksid təbəqəsi ilə örtülmüşdür. Həmçinin təyin edilmişdir ki, mis nanohissəciklərinin orta ölçüləri 14-25 nm təşkil edir.*

Mis nanohissəcikləri güclü bioloji aktivliyə malik olaraq, bakteriostatik və bakterisid təsirlərə malikdir [1-3]. Ona görə də mis nanohissəciklərinin kolloid məhlullarının alınması və stabilləşdirilməsi praktik nöqteyi nəzərdən çox böyük əhəmiyyət kəsb edir. Nanohissəciklərin alınmasında əsas problemlərdən biri nanohissəciklərin kolloid mühitində çökdürülməsi zamanı baş verən aqlomerasiya, aqreqasiya və hissəciklərin kristallitlərinin ölçüsünün artmasıdır. Aqlomerasiyanı zəiflətmək üçün çökdürülmə reaksiyasının baş verdiyi optimal parametrləri - temperaturu, pH göstəricisini, məhlulun qarışdırma sürətini, stabilləşdirici səthi aktiv maddələri (SAM) və digər texnoloji faktorları düzgün seçmək lazımdır [4-6].

Verilmiş işdə Cu nanohissəciklərinin sintezi və stabilləşdirilməsi kimyəvi reduksiya üsulu ilə həyata keçirilmişdir. Cu nanohissəciklərinin sintezi və stabilləşdirilməsi aşağıdan-yuxarıya texnologiyası ilə natrium oleat- stabilləşdirici mühit iştirakında aparılmışdır. 100 ml mis sulfat (CuSO<sub>4</sub>) duzunun üzərinə 30 ml 0,5% natrium oleat məhlulu tökülmüş və 10 dəqiqə ərzində maqnit qarışdırıcı üzərində qarışdırılmışdır. Daha sonra 0,1 M natrium tetrahidroborat (NaBH<sub>4</sub>) məhlulu ilkin qarışıqın üzərinə əlavə edilmişdir. Məhlul dərhal qara rəng alır ki, bu da mis nanohissəciklərin alınmasını göstərir. Qarışıq daha 30 dəqiqə intensiv qarışdırılır. Reaksiya zamanı alınmış Cu nanohissəciklərini digər qarışıqlardan və kənar ionlardan tam təmizlənməsi üçün nanohissəciklər ultrasentrifugada distilə suyu və etanolla bir neçə dəfə yuyulur. Yuyulmuş qara çöküntü daha sonra Petri qabına keçirilir və havada qurudulur. Mis nanohissəciklərinin alınma reaksiyasını sxematik olaraq aşağıdakı kimi göstərmək olar:



Sintez edilmiş Cu nanohissəciklərinin quruluşu rentgen difraksiya analizi (RDA) və skanedici-elektron mikroskopiyaya (SEM) vasitəsi ilə tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, 42,94° (111), 50,49° (200) və 74,18° (220) 2θ bucağındakı əsas piklər JCPDS № 04-0836 bazasına uyğun olaraq kubik quruluşa malik mis nanohissəciklərinə məxsusdur. Həmçinin müəyyən olmuşdur ki, difraktoqramlarda mis oksid hissəciklərinə də məxsus maksimumlar da var. Fərz edilir ki, sintez olunmuş nanohissəciklər nüvədə əsasən mis, səthi isə mis oksid təbəqəsi ilə örtülmüşdür. Rentgen analizi zamanı həmçinin o da təyin edilmişdir ki, nanohissəciklər yaxşı strukturlaşmış və onlarda praktik olaraq amorf faza yoxdur. Nanohissəciklərin enerji-dispersiya spektri və elementlər üzrə xəritələnməsi çox az faiz miqdarında oksigenin və yüksək miqdarda mis nanohissəciklərinin olmasını, bu isə öz növbəsində bir daha Cu nanohissəciklərinin

<sup>1</sup> qarakisiliturane.100@mail.ru

səthinin nazik mis oksid təbəqəsi ilə örtülməsini göstərir. SEM təsvirlərindən həmçinin mis nanohissəciklərinin orta ölçülərinin 14-25 nm olması müəyyən edilmişdir.

#### **Ədəbiyyat**

1. Wu S.H, Chen D.H Synthesis of high-concentration Cu nanoparticles in aqueous CTAB solutions. *J Colloid Interface Sci*, 2004, 273:165–169.
2. Nakamura T, Tsukahara Y, Sakata T, Mori H, Kanbe Y, Bessho H, Wada Y Preparation of monodispersed Cu nanoparticles by microwave-assisted alcohol reduction. *Bull. Chem. Soc. Jpn* 2007, 80:224–232
3. Lisiecki I, Pileni M.P Synthesis of copper metallic clusters using reverse micelles as microreactors. *J Am. Chem. Soc.* 1993,115:3887–3896.
4. Zhu. H, Zhang. C, Yin. Y Novel synthesis of copper nanoparticles: influence of the synthesis conditions on the particle size. *Nanotechnology* 2005, 16:3079–3083.
5. Liu.Z and Bando Y.A novel method for preparing copper nanorods and nanowires. *Adv Mater*, 2003, 15:303–305.
6. Cha S.I, Mo C.B, Kim K.T, Jeong Y.J, Honga S.H Mechanism for controlling the shape of Cu nanocrystals prepared by the polyol process. *J Mater Res* 2006, 21:2371–2378.

## SU-PEQ-KOH SİSTEMLƏRİNİN ÖZLÜ AXININ AKTİVLƏŞMƏ PARAMETRLƏRİ

N.V.Niftullayeva<sup>1</sup>, B.G.Paşayev\*  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)*

*İşdə su-PEQ-KOH sistemlərinin 293.15-323.15 K temperatur və PEQ-in 0-0,001 molyar hissə konsentrasiyası intervalında dinamik özlülüyü və sıxlığı ölçülmüşdür. PEQ-in 1000, 1500, 3000, 4000 və 6000 molekulyar kütləli fraksiyalarına baxılmışdır və KOH-in konsentrasiyası 0.01 molyar hissə götürülmüşdür. Təcrübi nəticələrdən istifadə edərək tədqiq olunan sistemlərin baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında özlü axınının aktivləşmə parametrləri hesablanmışdır.*

Polietilenqlikol (PEQ) və ya polietilenoksid (PEO) öz qonşu homoloqları olan polimetilenoksid (PMO) və polipropilenoksid (PPO) poliefirəldən fərqli olaraq polimerləşmə dərəcəsinin geniş intervalında otaq temperaturunda suda yaxşı həll olur [1]. Hesab edilir ki, PEQ-in suda yaxşı həll olması onun efir oksigen atomlarının su molekulları ilə hidrogen rabitəsi yaratması nəticəsində baş verir. Belə qarşılıqlı təsirlər nəticəsində PEQ-in sulu məhlulunda geləbənzər aqreqatlar və ya klasterlər əmələ gəlir. Su-PEQ sistemlərində struktur xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi və üçüncü komponentin daxil edilməsi ilə məhlulda yaranan struktur dəyişikliklərinin öyrənilməsi həm elmi, həm də praktiki cəhətdən böyük əhəmiyyətə malikdir [2, 3].

İşdə su-PEQ-KOH sistemlərinin 293.15-323.15 K temperatur və PEQ-in 0-0.001 molyar hissə konsentrasiyası intervalında özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin ( $\Delta G_{\eta}^{\neq}$ ), özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının ( $\Delta h_{\eta}^{\neq}$ ) və özlü axınının aktivləşmə entropiyasının ( $\Delta S_{\eta}^{\neq}$ ) PEQ-in konsentrasiyasından ( $x$ ) asılılıqları təhlil olunmuşdur.

Cədvəl

**Su-PEQ-KOH sistemlərinin özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin, aktivləşmə entalpiyasının və entropiyasının PEQ-in konsentrasiyasından asılılığı (T=293.15 K,  $x_{\text{KOH}}=0.01$ )**

$x$	M <sub>PEG</sub> =1000	M <sub>PEG</sub> =1500	M <sub>PEG</sub> =3000	M <sub>PEG</sub> =4000	M <sub>PEG</sub> =6000
	$\Delta G_{\eta}^{\neq}, C / mol$				
<b>0</b>	9457	9457	9457	9457	9457
<b>0.0001</b>	9533	9618	9716	9863	10663
<b>0.0002</b>	9632	9803	10007	10306	11579
<b>0.0004</b>	9765	10171	10781	10806	13529
<b>0.0006</b>	9887	10754	11139	11873	15043
<b>0.0008</b>	10069	10921	11677	12566	16562
<b>0.001</b>	10165	11073	12282	13094	17055
$x$	$\Delta H_{\eta}^{\neq}, C / mol$				
<b>0</b>	16753	16753	16753	16753	16753
<b>0.0001</b>	16860	16960	17085	17361	18370

<sup>1</sup> ninigar14104@sabah.edu.az

<b>0.0002</b>	17084	17188	17413	17922	19557
<b>0.0004</b>	17380	17981	18483	18732	21705
<b>0.0006</b>	17542	18621	19216	20044	23519
<b>0.0008</b>	17929	18940	19860	20954	25166
<b>0.001</b>	18164	19264	20659	21753	26051
<i>x</i>	$\Delta S_{\eta}^{\neq}, C/(K \cdot mol)$				
<b>0</b>	24,89	24,89	24,89	24,89	24,89
<b>0.0001</b>	25,00	25,04	25,14	25,57	26,29
<b>0.0002</b>	25,42	25,19	25,26	25,98	27,21
<b>0.0004</b>	25,98	26,64	26,27	27,04	27,89
<b>0.0006</b>	26,11	26,84	27,55	27,87	28,91
<b>0.0008</b>	26,81	27,36	27,91	28,62	29,35
<b>0.001</b>	27,28	27,94	28,58	29,54	30,69

Müxtəlif molyar kütləli PEQ-lər üçün su-PEQ-KOH sistemlərinin 293,15 K temperaturda özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin, özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının və özlü axınının aktivləşmə entropiyasının PEQ-in konsentrasiyasından asılılıqları cədvəldə göstərilmişdir. Cədvəldən görünür ki,  $\Delta G_{\eta}^{\neq}$ ,  $\Delta H_{\eta}^{\neq}$  və  $\Delta S_{\eta}^{\neq}$  parametrləri verilmiş temperaturda konsentrasiyanın artması ilə, verilmiş temperatur və konsentrasiyada isə molyar kütlənin artması ilə artır.

Bu onu göstərir ki, verilmiş temperaturda həm götürülmüş fraksiyalı PEQ üçün konsentrasiyanın artması ilə, həm də götürülmüş konsentrasiyalı və müxtəlif fraksiyalı PEQ-lər üçün molekulyar kütlənin artması ilə məhlul daha strukturlaşmış hala keçir. Ehtimal etmək olar ki, tədqiq olunan sistemdə PEQ molekullarının ətrafında hidrogen rabitəsi vasitəsilə su molekullarının toplanması nəticəsində müəyyən ölçülü aqreqatlar əmələ gəlir. PEQ-in həm konsentrasiyasının, həm də molekulyar kütləsinin artması ilə məhlulda belə aqreqatların sayı artır və ölçüləri böyüyür, nəticədə məhlul daha da strukturlaşmış hala keçir. Sözsüz ki, su-PEQ-KOH sistemində  $K^+$  və  $OH^-$  ionları hidratlaşmaya məruz qaldıqlarından yaranan struktur, su-PEQ sisteminin strukturundan fərqli olacaq.

### Ədəbiyyat

1. Tang Z., Fang K., Song Y., Sun F. Jetting Performance of Polyethylene Glycol and Reactive Dye Solutions. *Polymers* 2019, 11, 739.
2. Regupathi I., Govindarajan R., Amaresh S., Murugesan T. Densities and Viscosities of Polyethylene Glycol 6000 + Triammonium Citrate + Water Systems. *J. Chem. Eng.* 2009, 54, 12, p.3291-3295.
3. Масимов Э.А., Пашаев Б.Г., Раджабов М.Р. Структурные свойства растворов вода-ПЭГ-LiOH, NaOH, KOH по данным вискозиметрии и денситометрии. *Журнал физической химии*, 2019, том 93, № 12, с. 1913-1916.

## PLAZMADA SÜNİ STRATLAR ÜÇÜN DISPERSİYA MÜNASİBƏTİ

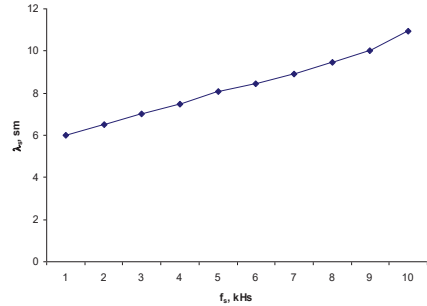
M.R.Hacıyeva<sup>1</sup>, Q.İ.Qəribov \*  
Bakı Dövlət Universiteti

Mühitdə yayılan dalğalar üçün dispersiya münasibətinin mühüm əhəmiyyəti var. Bu münasibət dalğanın tezliyi ilə onun dalğa uzunluğu arasındakı asılılığı ifadə edir. Süni stratların yaradılması imkanı qazın təzyiqini və boşalma cərəyanı şiddətini dəyişmədən, başqa sözlə desək, dalğanın yayıldığı mühitin halını dəyişmədən tezliyin dəyişməsi ilə stratın dalğa uzunluğu arasında əlaqə yaratmağa imkan verir.

Stratların yaranması və onların parametrləri boşalma şəraitinin: boşalma borusunun radiusu və uzunluğunun, qazın təzyiqinin, onun təmizliyinin, həmçinin boşalmanın xarici dövrəsinin parametrlərinin dəyişməsinə çox həssasdır. Qaz boşalmalarının lazer texnikasında geniş tətbiq olunması ilə əlaqədar olaraq stratların öyrənilməsinə maraq çox artmışdır. Bu işdə biz süni stratların tezliyi ilə dalğa uzunluğu arasında olan asılılığı tədqiq etmişik. Təcrübələr təzyiqin  $p=0,2$  mm cv. st. və cərəyanın 50 mA qiymətində aparılmışdır. Boşalmaya amplitudu 20 volt olan xarici periodik qüvvə ilə təsir etdikdə boşalmada stratlar xarici təsirin tezliyinin  $f_g=6,0$  kHs qiymətində yaranırlar. Stratların tezliyinin xarici generatorun rəqslərinin tezliyindən asılılığı cədvəl 1-də göstərilib. Cədvəldə göstərilən qiymətlərdən istifadə edərək süni stratlar üçün dispersiya münasibətinin qrafiki qurulub.

Cədvəl 1

$f_g$ (kHs)	$f_s$ (kHs)	$\lambda$ (sm)
6	6,01	13,4
6,5	6,5	13,2
7	7,03	14,5
7,5	7,5	16,4
8	8,06	16,8
8,5	8,46	17,3
9	8,91	18,4
9,5	9,45	18,4
10	10	19,6
11	10,94	
11,5		



Süni stratlar üçün dispersiya xarakteristikası.  
 $P=0,2$  mm cv. st.,  $J=50$  mA,  $U_g=20$  V

### Ədəbiyyat

1. Q.İ. Qəribov, Qaz boşalması və Plazma fizikası praktikumu
2. K.M. Daşdəmirov, T.X. Hüseynov, Qaz boşalması və plazma fizikası.

<sup>1</sup> maryamhuseyn96@gmail.com

## POLİSTİROL- $Al_2O_3$ KOMPOZİT TƏBƏQƏLƏRİNİN ALINMASI

Ş.Ş.Ələkbərov<sup>1</sup>, S.B.Orucova

Bakı Dövlət Universiteti

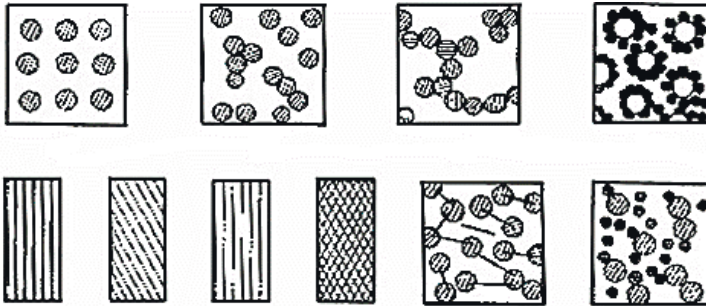
Fizika fakültəsi

*Bizim işdə təklif olunan üsul Polistiroulun benzolda optimal qatılıqlı məhluluna  $Al_2O_3$  nanozərrəciklərinin əlavə edilməsinə əsaslanır. Bu zaman benzol-Polistirol mühitində  $Al_2O_3$  nanozərrəcikləri olan bircins kolloid məhlul alınır. Həlledicinin (benzolun) buxarlandırılması rejiminin seçilməsindən (temperatur, təzyiq, buxarlanma sürəti) asılı olaraq Polistirol əsaslı  $Al_2O_3$  nanozərrəciklər daxil edilmiş kompozitlər birbaşa alına bilər və ya  $Al_2O_3$  nanozərrəciklərin Polistirolda bircins paylanmış tozu alınır.*

Kompozit iki və daha çox komponentdən ibarət materialdır. Bir komponent (matrisə) arasıkəsilməyən fazaya malikdir, digəri isə doldurucu adlanır. Metal əsaslı kompozit materiallar arasında ən geniş yayılmış kermetlərdir. Kermetlərin tərkibi keramika və metal tozundan ibarət olub müəyyən temperaturda bişirilir. Belə materialların əsasını bağlayıcı elementlər- Fe, Ni, Co, Cr, Mo, W və onların ərintiləri təşkil edir. Polimer kompozitlərin içərisində bəzi keyfiyyətlərinə görə polistirol əsaslı kompozitlər daha geniş istifadə olunur. Polistirol əsaslı kompozitlər presləmə və termik emal üsulu ilə alınır. Bu üsul polimer olmayan maddələrin əlavəsi ilə əmələ gələn kompozitlər üçün bəzi çatışmazlıqlara (əlavə edilən maddə tam bircins paylanmır) malikdir. Bu çatışmazlığı aradan qaldırmaq üçün biz polistirolu benzolda həll etdik. Həlledici olaraq benzolun seçilməsi təsadüfi deyil. Belə ki, həlledicinin seçilməsi özü müəyyən şərtlərə əsaslanır. Həlledicilərə aşağıdakı şərtlər qoyulur:

1. Həlledici polimer üçün inert mühit olmalıdır.
2. Yuxarı temperaturalarda doymuş buxarının temperaturu mümkün qədər az olsun, uçucu olsun və polimerləri yaxşı həll etmək qabiliyyəti olsun.

Polistirolun benzolda optimal qatılıqlı məhluluna  $Al_2O_3$  nanozərrəcikləri əlavə edilir. Bu zaman benzol- Polistirol mühitində  $Al_2O_3$  nanozərrəcikləri olan bircins kolloid məhlul alınır. Həlledicinin buxarlandırılmasından sonra Polistirol əsaslı  $Al_2O_3$  nanozərrəcikləri daxil edilmiş kompozitlər alınır.



Şək.: Kompozitlərin quruluşu və doldurucuların matrisdə paylanması.

<sup>1</sup> sevinc.xelilova1995@mail.ru



**Ədəbiyyat**

1. Məhərrəmov A.M., Ramazanov M.Ə., Vəliyeva L.İ. Nanotexnologiya. Bakı: Caşioğlu, 2007. 232 s.
2. Багиров М.А., Малин В.П. Электрическое старение полимерных диэлектриков. Баку, Азерб. Государст. Издательство, 1987, 208 с.
3. Беляев О.Ф., Айвазов А.Б., Зеленев Ю.В. Влияние состава на температуры стеклования стстичских сополимеров и гомогенных смесей полимеров. Материалы конф. «Применение полимерных материалов в народном хозяйстве», Нальчик, 1980, с. 76.

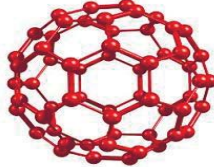
## NANOÖLÇÜLÜ SİSTEM FÜLLEREN VƏ ONUN TƏTBİQLƏRİ

**M.A.Taptıqlı<sup>1</sup>, H.İ.Hüseynov \***  
*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti*

*İşdə karbonun yeni bir allotrop forması olan füllerenin özəllikləri araşdırılmışdır. Göstərilmişdir ki, füllerit 10QPpa təzyiç, 1500K temperaturda almaz quruluşuna keçir, füllerid isə aşağı temperaturda ( 40K) ifratkeçirici hala keçir.*

Son illərdə karbon quruluşları intensiv tədqiq olunur: nanoboru, qrafen və fülleren.

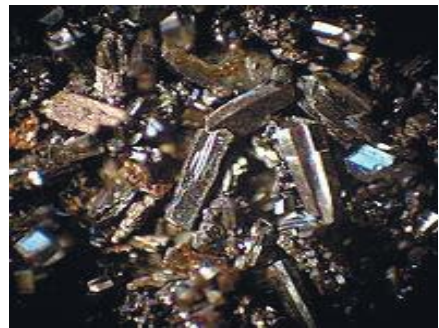
Fülleren karbonun allotrop formalı sinfinə daxil olan molekulyar birləşmədir (Şəkil 1).



**Şək. 1.** Fülleren molekulyar birləşməsi

Fülleren cüt saylı üçkoordinasiyalı karbon atomlarından yaranmış qabarıq çoxüzlüdür. Mühəndis və memar Riçard Bakmin istər Füllerin geodezik konstruksiyaları füllerenin quruluş prinsipinə əsaslanır. Əgər füllerin molekulunda fülleren atomları ilə yanaşı digər kimyəvi elementlərin atomları karbon karkasın altında yerləşərsə, endoedral fülleren xaricdə yerləşərsə, eksoedral fülleren adlanır. Füllerit qəfəsin düyünlərində füllerin yerləşən molekulyar kristala deyilir. Füllerit həmçinin karbonun allotrop modifikasiyası hesab olunur. Normal şəraitdə (300K) fülleren molekulunu səthə mərkəzləmiş kubik qəfəs əmələ gətirir (SMK). Bu onunla əlaqədardır ki, füllerit qəfəsinin düyünlərində yerləşən fülleren molekulunun içində boşluq vardır. C<sub>60</sub>kristalının molekulaları arasında qarşılıqlı təsir qüvvələri kiçik və simmetriya çox yüksək olduğundan 260K temperaturundan yüksək temperaturlarda fülleren molekulaları fırlanırlar və onlara kürəvi lay modeli tətbiq oluna bilər. Molekulun fırlanma tezliyi temperaturdan asılıdır, 300K-də 10<sup>12</sup>Hz-ə bərabərdir.

Temperatur 260K-dən kiçik olduqda molekulun fırlanması dayanır. 260K- temperaturda fülleritdə kristallik quruluşun dəyişməsi baş verir. Molekulaların molekulyar quruluşlu təsvir enerjisinin artması nəticəsində fırlanma hərəkəti dayanır. Bu hadisə kristallik qəfəsin quruluşunun dəyişməsi ilə eyni zamanda baş verir. Fülleritin aşağı temperaturlu fazası sadə kubik qəfəsdır. Təzyiç və temperaturun dəyişməsi nəticəsində fülleritdən ferromaqnit polimerləşmə fazasının alınması haqqında məlumatlar mövcuddur. Təzyiçi



**Şək. 2.** C<sub>60</sub> füllerit kristalı

<sup>1</sup> huseynov.h.i@mail.ru

10QPa və 1800K temperatur şəraitində almaz fazasının yaranması baş verir. Fülləritin özəlliyi ondadır ki, nanomolekullar arası boşluq böyükdür. Boşluğa başqa atom və molekulları daxil etmək mümkündür. Füllərid 20-40K-nə qədər aşağı temperaturlarda ifrat keçiricilik xassəsi göstərir. Fülləridin ən cəlbedici xassəsi onun ifratkeçirici ola bilməsidir. Birinci dəfə  $K_3C_{60}$ -birləşməsində 19K temperaturda ifratkeçirici hal alınmışdır. Hal-hazırda  $Cs_2RbC_{60}$ - birləşməsində normal təzyiqdə 33K-də,  $Cs_3C_{60}$ -da isə 15kbar təzyiqdə 40K-də alınır.

Fülləren molekulları əsasında yaranmış fülləritin 10QPa və 1500K temperaturda quruluşunda anmaz fazası yaranır. Fülləritin atomları arasına qələvi metalların atomlarını daxil etməklə əldə edilən füllərid müəyyən temperaturda ifratkeçirici hala keçir.

### **Ədəbiyyat**

1. В.П. Драгунов, И.Г. Неизвестный, В.А. Гридчин. Основы нанoeлектроники. М.: Физмат-книга, 2001, 494 с.
2. С.Г. Моисеев, С.В. Виноградов. Основы нанofизики. Методическое указание. Ульяновск: УлГТУ, 2010, 40 с.

## TEMPERATUR ANLAYIŞI

**N.C.Səmədzadə, G.C.Abbasova<sup>1</sup>**  
*Bakı Dövlət Universiteti, fizika fakültəsi*

*Müxtəlif dərəcədə qızdırılmış cisimlərdən hər birinin molekulları arasıkəsilmədən xaos hərəkat (istilik hərəkatı) edir. Belə hərəkat, molekullar arasında təmas yaradır. Məhz, belə təmas nəticəsində, istilik nisbətən isti cisimdən soyuq cismə verilir. Enerjinin qarşılıqlı mübadiləsi, hər iki cismin eyni istilik vəziyyətinə gəlməsinədək davam edir. Heç bir xarici təsir olmadan, özbaşına davam edən bu növ proses nəticəsində meydana gələn son hal istilik tarazlığı halı adlanır.*

İstilik tarazlığı halında olan sistem daxilində enerjinin makroskopik daşınma prosesi baş vermir. Lakin, bu heç də o demək deyildir ki, istilik tarazlılığı halında olan sistemin atomları (yaxud, molekulları) öz xaos hərəkatlarını dayandırır. Daimi xaos hərəkat sistemin bütün hallarında, o cümlədən istilik tarazlığı halında mövcuddur. İstilik tarazlığı halında da, atom və molekullar daimi toqquşur və bu toqquşmalar nəticəsində enerji mübadiləsi baş verir. Lakin, belə mübadilələr, enerjinin makroskopik deyil, mikroskopik daşınmasına gətirir, yəni toqquşmalar nəticəsində enerji, yalnız bir molekuldan digər molekula ötürülür. İstilik tarazlığı halı bütün sistemlərin ən təbii, yəni ən “rahat” halıdır. Özbaşına buraxılmış və izolə olunmuş hər bir sistem, bunun üçün səciyyəvi olan müəyyən zamandan sonra, istilik tarazlığı halına gəlir. Hər bir konkret istilik tarazlığı halı, bu halda olan cismin qızma dərəcəsi ilə xarakterizə olunur. Bu səbəbdən, cisimlərin makroskopik xarakteristikası olan qızma dərəcəsinə səciyyələndirə bilən yeni bir fiziki kəmiyyət daxil etmək ehtiyacı yaranır. Bu kəmiyyət temperatur adlanır. Beləliklə, temperatur, ayrı-ayrı atom və yaxud molekulları deyil, onlardan təşkil olunmuş sistemi bütövlükdə xarakterizə edən makroskopik fiziki kəmiyyətdir.

İstilik tarazlığında olan sistem üçün daxil etdiyimiz yeni fiziki kəmiyyət - temperatur, bu sistemin bütün nöqtələrində eynidir. Temperatur müəyyən real təmələ dayanmayan, mücərrəd bir kəmiyyət ola bilməz. Temperatur, cismi təşkil edən molekulların istilik hərəkatı ilə birbaşa əlaqədar kəmiyyət vasitəsilə təyin olunmalıdır ki, cismin qızma dərəcəsinin xarakteristikası olsun. Digər tərəfdən, bu kəmiyyət istilik tarazlığında olan cisimlərin bütün hissələrində eyni olmalıdır.

Verilmiş qaz kütləsinin bütün nöqtələrində temperaturun eyni olması, sistemin termodinamik tarazlıq halında olması mənasına gəlmir. Çünki, termodinamik tarazlığın mövcud olması üçün bu şərt zəruridir, lakin kafi deyildir. Kafi şərt, sistemin bütün nöqtələrində təzyiqin də eyni olmasıdır. Belə olmadığı halda, qaz kütləsi təzyiqin nisbətən yüksək olduğu hissələrdən nisbətən az olan hissələrə hərəkat edər - makroskopik qaz axını meydana gəlir. Başqa sözlə desək, müxtəlif nöqtələrində təzyiqi müxtəlif olan sistem daxilində makroskopik daşınma prosesi meydana gəlir ki, bu da sistem daxilində tarazlığın mövcud olmamağı deməkdir. Belə makroskopik daşınma prosesi, sistemin hər yerində təzyiqin bərabərləşməsinədək, yəni tarazlıq halında olmayan sistemin tarazlıq halına gəlməsi anınadək davam edir. Beləliklə, termodinamik tarazlıq halında sistemin bütün nöqtələrində temperatur və təzyiq eyni olmalıdır. Belə olduqda, sistemdə heç bir stasionar axın və ya cərəyan meydana gəlməz – sistem termodinamik tarazlıq halında qalmaqda davam edər.

### Ədəbiyyat

Qocayev N.M. Ümumi fizika kursu, II cild, Molekulya fizika, Bakı, 2008.

<sup>1</sup> [abbasova1962@mail.ru](mailto:abbasova1962@mail.ru)

**[(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>Me]<sup>+</sup> VƏ [(H<sub>2</sub>O)<sub>8</sub>Me]<sup>+</sup> METAL İONU-SU MOLEKULU  
KOMPLEKSLƏRİNİN HESABLAMA MODELƏRİ VƏ KLASSİK  
ELEKTROSTATİK MODELƏ ƏSASƏN FƏZA QURULUŞUNUN  
HESABLANMASI**

**S.M.İsrafilova<sup>1</sup>, N.S.Nəbiyev**  
**Bakı Dövlət Universiteti,**  
**Fizika fakültəsi, II kurs (magistr)**

Kompleks birləşmələrin oriyentasiyası, yəni mərkəzi atomun, liqandın və ionların fərqli düzülüşlər göstərməsi, fərqli kristal quruluşlara malik olması bu birləşmələrin əhəmiyyətini artırmışdır. Bu birləşmələr bir mərkəzi metal kationu və ona bağlı liqand adlanan anion və ya molekulardan meydana gəlir. Bu birləşmələrdə ümumilikdə liqandan metala bir elektron cütü verilir. Liqandlar ən az bir rabitə yaratmamış elektron cütünə malik olurlar. Bu elektron cütü ilə metal kationu bağlanırlar. Bir metal mərkəzinə bağlı qrup sayı onun koordinasiya sayıdır. Mərkəzi atomun koordinasiya ədədi rabitə əmələ gəlməsində iştirak edən orbitalların sayı ilə müəyyən olunur. Kompleks birləşmələrdə koordinasiya ədədi 2 ilə 12 arasında dəyişir. Bu da onların struktur zənginliyi və kimyəvi müxtəlifliyini əmələ gətirir. Ən çox rast gəlinən 6 və 4 –lü koordinasiyalardır. Biz koordinasiya sayı 6 və 8 olan hesablama modellərinə baxmışıq. Cədvəldə koordinasiya sayı 6 və 8 olan halda mərkəzində bir qat ionlaşmış metal ionu olan komplekslərin elektrostatik enerjiləri metal ionu ilə su molekulu arasındakı məsafənin 10 qiyməti üçün hesablanmışdır. Bütün hallarda dipollar koordinat oxu boyunca yönəlmiş şəkildə qəbul edilmişdir və bu simmetriya bütün qiymətlər üçün saxlanmışdır.

i=6 r(m)	E(eV)	i=8 r(m)	E(eV)
10 <sup>-9</sup>	5,86 10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-9</sup>	6,601 10 <sup>-2</sup>
1,5 10 <sup>-9</sup>	2,607 10 <sup>-2</sup>	1,5 10 <sup>-9</sup>	2,93 10 <sup>-2</sup>
2 10 <sup>-9</sup>	1,46 10 <sup>-2</sup>	2 10 <sup>-9</sup>	1,65 10 <sup>-2</sup>
2,5 10 <sup>-9</sup>	0,93 10 <sup>-2</sup>	2,5 10 <sup>-9</sup>	1,05 10 <sup>-2</sup>
3 10 <sup>-9</sup>	0,65 10 <sup>-2</sup>	3 10 <sup>-9</sup>	0,73 10 <sup>-2</sup>
3,5 10 <sup>-9</sup>	0,47 10 <sup>-2</sup>	3,5 10 <sup>-9</sup>	0,53 10 <sup>-2</sup>
4 10 <sup>-9</sup>	0,36 10 <sup>-2</sup>	4 10 <sup>-9</sup>	0,41 10 <sup>-2</sup>
4,5 10 <sup>-9</sup>	0,28 10 <sup>-2</sup>	4,5 10 <sup>-9</sup>	0,32 10 <sup>-2</sup>
5 10 <sup>-9</sup>	0,23 10 <sup>-2</sup>	5 10 <sup>-9</sup>	0,26 10 <sup>-2</sup>
5,5 10 <sup>-9</sup>	0,19 10 <sup>-2</sup>	5,5 10 <sup>-9</sup>	0,21 10 <sup>-2</sup>

İstifadə edilmiş enerji düsturu:

$$W = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{de}{r^2}$$

Cədvəllərdən görüldüyü kimi qarşılıqlı təsir enerjiləri koordinasiya sferasının radiusundan kəskin şəkildə asılıdır. Ədədi qiymətlərin müqayisəsindən görüldüyü kimi eV-in 100-də 1 tərtibində fərqlilik müşahidə olunur. Alınan nəticələrin müqayisəli

<sup>1</sup> sayyare.israfilova@yahoo.com

analizi onu söyləməyə əsas verir ki, metal ionu su komplekslərinin elektrostatik modeli ən ümumi halda kompleksin stabilləşmə xüsusiyyətlərini keyfiyyətcə izah etməyə imkan verir.

#### **Ədəbiyyat**

1. Ю.М.Кесслер, В.Е.Петрерко, А.К.Лященко др. Отв.ред. А.М.Кутепов Вода: структура, состояние, сольватация. Достижения послед.лег /-М.: Наука, 2003, 404 с.
2. Радциг А.А, Смирнов Б.М. Справочник по атомной и молекулярной физике, М.: Атомиздат, 1980.-240с.

## MƏHLULLAR. POLİMERLƏRİN SULU MƏHLULLARI

**V.V.Prudko, A.A.Həsənov, P.Ş.Nəzərli**  
*Bakı Dövlət Universiteti*

Məhlul, bir-birində həll olmuş iki və daha çox maddənin bircins qarışığından ibarət sistemdir. Ən sadə məhlul iki komponentdən ibarətdir. Məhlullarda həllolan maddə həlledici daxilində bərabər paylandığından məhlul birləşməli sistemdir. Məhlulun tərkibi kəmiyyətə konsentrasiya adlanan fiziki kəmiyyətlə xarakterizə olunur.

Konsentrasiya məhlulun tərkib hissələrinin nisbi miqdarını təyin edən kəmiyyətdir. Konsentrasiyanı kəmiyyətə ifadə etmək üçün bir çox üsullar mövcuddur. Məhlulun tərkibini ifadə etmək üçün qəbul olunmuş metodlardan biri komponentin məhlulda çəki payının və kütlə faizinin tapılmasıdır. Hər hansı  $i$ -ci komponentinin məhluldakı  $C_i$  çəki payı

$$C_i = \frac{m_i}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_N} \quad (1)$$

Burada  $m_1, m_2, \dots, m_N$  -uyğun komponentlərin qramlarla, kiloqramlar və s. çəki vahidləri ilə ifadə olunmuş miqdarları,  $N$ -komponentlərin sayıdır. Çəki payı komponentin 1q məhlulda olan qramlarla miqdarıdır. Çəki faizi isə  $100C_i$ -ə bərabərdir.

Məhlulların xassələrindəki qanunauyğunluqları daha aydın göstərmək üçün komponentin konsentrasiyasını mol payları ilə də xarakterizə edirlər. Verilmiş komponentinin mol payı  $N_i$  bu komponentin mollarının sayının ( $n_i$ ) məhluldakı bütün komponentlərin mollarının cəminə nisbətində bərabər olur:

$$N_i = \frac{n_i}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_N} \quad (2)$$

Mol payını bəzən molyar pay və ya molekulyar pay da adlandırırlar. Mol faizi  $100N_i$ -yə bərabərdir. Bəzi hallarda, məhlulun komponentləri mayelər olduqda və məhlullar qaz qarışıqlarından ibarət olduqda konsentrasiyanın həcm payı ilə ifadə edirlər. Hər hansı  $i$ -ci komponentinin həcm payı

$$\varphi_i = \frac{v_i}{v_1 + v_2 + \dots + v_N} \quad (3)$$

ifadəsi ilə təyin olunur. Burada  $v_1, v_2, \dots, v_N$  komponentlərin həcm miqdarlarıdır. Həcm faizi isə  $100\varphi_i$  -ə bərabərdir.

Maddələrin bir-birində həll olması və həllolma həddü, onları təşkil edən atom və molekulların növündən asılıdır. Konsentrasiyalarına görə məhlullar duru, qatı və doymuş olur. Həllolan maddə miqdarı həlledici maddə miqdarından xeyli kiçik olduqda, məhlullar duru məhlul adlanır. Həllolan maddə miqdarı həlledici maddə miqdarına bərabər və ondan böyük olan hallarda məhlullar qatı məhlullar adlanır. Qatı məhlula maddə əlavə etdikcə, onun qatılığı get-gedə artır. Nəhayət, məhlula əlavə olunan həllolan maddə miqdarı elə bir qiymətə çatır ki, bu qiymətdən etibarən əlavə edilən maddə həll olmur. Belə məhlullar doymuş məhlul adlanır.

Polimer məhlulları verilmiş polimerə müəyyən miqdar su əlavə etdikdə alınır. Polimer məhlulları bir sıra ümumi xassələrə malikdirlər:

- 1) Həllolan hissəciklərin diffuziya sürətləri çox kiçikdir və onlar yarım nüfuzolunan membranlardan keçə bilmirlər;
- 2) Polimer məhlullarında gedən bütün proseslər yavaş sürətlə gedirlər;
- 3) Məhlula əlavə olunan cüzi miqdarda maddə onun xassələrini hiss olunacaq dərəcədə dəyişdirir.

**Ədəbiyyat**

1. Bağırov T.O., Həsənova X.T., Hüseynli A., Məsimov E.Ə. PVP-C4O6H4Na2-H2O ikifazlı sistemlərinin hal diaqramlarına xarici amillərin təsiri // Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2005 №1, s.129-133.
2. Məsimov E.Ə., Bağırov T.O. Çoxkomponentli çoxfazlı sistemlər. Çoxfazlı sistemlərdə maddələrin paylanması. Bakı, BDU, 2016 268 s.
3. Məsimov E.Ə., Bağırov T.O., Həsənova X.T. PEQ-qeyri-üzvi elektrolit sistemlərinin hal diaqramlarının termodinamik analizi // Bakı Universitetinin Xəbərləri, 2004 №3, s. 97-102.
4. Məsimov E.Ə. Bioloji sistemlərdə suyun rolu. Hidrofobluq, monoqrafiya, Bakı, 2008, 328 s.
5. Водородная связь / Редактор Соколов Н.Д., Наука, 1989, 319 с.



## GLY-PRO-ARG-THR-TYR-NH<sub>2</sub> PENTAPEPTİDİN KONFORMASIYALARININ ENERJİLƏRİNƏ GÖRƏ PAYLANMASI

**G.İ.Rüstəmli<sup>1\*</sup>, Ü.T.Ağayeva<sup>2\*\*</sup>, N.M.Qocayev<sup>\*\*</sup>**  
**\* Bakı Dövlət Universiteti, \*\*“Fizika problemləri” ETİ**

*Molekulyar biofizikanın mühüm problemlərindən biri də bioloji molekulların və onların komplekslərinin fəza quruluşlarını tədqiq etməkdən ibarətdir. Müxtəlif biomolekullardan ibarət olan canlı orqanizmlərdə baş verən bütün proseslər həmin molekulların fəza quruluşları və bu quruluşların dəyişmə imkanları ilə əlaqədardır.*

Öyrənmənin ilk mərhələsi onu təşkil edən biomolekulların konformasiya analizini aparmaqdan ibarətdir. Orqanizminin bir çox funksiyalarının tənzimlənməsində, o cümlədən, həşaratların ontogenez prosesində mühüm rol oynayan bioloji fəal birləşmələrdən biri də «*Shistogерka Gregaria*» səhra çəyirtkəsindən izolə edilmiş və şistostatinlər sinfinə aid olan şistostatin-8(SGS-AST-8) neyropeptididir. Bu sinfə daxil olan bütün neyropeptidlərin son uclu tripeptid fraqmenti- Gly-Pro-Arg-Thr-Tyr-NH<sub>2</sub> pentapeptidin olduğu və məhz bu fraqmentin bioloji fəal olduğu bir çox müəlliflərin işlərində qeyd olunur. Diqqəti cəlb edən əsas məsələ kiçik enerjili konformasiyaları stabilləşdirən enerji paylarının müəyyənəndirilməsi olmuşdur.

Aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, **efff** şeypinə mənsub olan LRR<sub>3</sub>R<sub>3</sub>R<sub>1</sub> qlobal konformasiyanın stabilləşməsində qeyri-valent (van-der-vaals) qarşılıqlı təsir enerjisi əsas rol oynayır. Bu qarşılıqlı təsir enerjisinin qiyməti -21,75 kkal/mol-dur. Torsion və elektrostatik qarşılıqlı təsir enerjiləri də stabilləşdirici təsir göstərir. Onların payları müvafiq olaraq 1,68 kkal/mol və 2,07 kkal/mol-dur. Həmin **efff** şeypinə mənsub olan və enerjisinə görə növbəti konformasiya olan BRR<sub>1</sub>R<sub>1</sub>R<sub>1</sub> konformasiyasında da qeyri-valent (van-der-vaals) qarşılıqlı təsir enerjisi əsas rol oynayır. Bu qarşılıqlı təsir enerjisinin qiyməti -23,22 kkal/mol-dur. Göründüyü kimi, bu qarşılıqlı təsir enerjisi qlobal konformasiyadakında 1,47 kkal/mol qədər üstündür. BRR<sub>1</sub>R<sub>1</sub>R<sub>1</sub> konformasiyasında elektrostatik və torsion qarşılıqlı təsir enerjilərinin payları uyğun olaraq 2,61 kkal/mol və 2,82 kkal/mol təşkil edir. BRR<sub>1</sub>R<sub>1</sub>R<sub>1</sub> konformasiyasının nisbi enerjisi qlobal konformasiyanın ümumi enerjisindən 0,21 kkal/mol qədər çoxdur. Qlobal konformasiya ilə eyni **efff** şeypinə mənsub olan digər konformasiya və enerjisinə görə növbəti konformasiya LRR<sub>2</sub>R<sub>3</sub>B<sub>1</sub> konformasiyasıdır. Bu konformasiyanın stabilləşməsində də həlledici rolu qeyri-valent qarşılıqlı təsir enerjisi (20,23 kkal/mol) oynayır. Digər şeyplərə mənsub olan konformasiyaların stabilləşməsində iştirak edən enerji növlərinin qiymətləri də uyğun olaraq müəyyənəndirilmişdir.

### Ədəbiyyat

1. Г.А.Агаева, Н.М.Годжаев, Агаева У.Т. Структурный анализ фрагментов и аналогов молекулы гемокинина-1 человека. Материалы I Научно-практической конференции с международным участием «Фармацевтическая наука и практика: проблемы, перспективы, развития», 24-25 апреля 2016, Харьков, с.18-19

<sup>1</sup> gulaymemmedli28@gmail.com,

<sup>2</sup> ahaeva1976@mail.ru

2. Г.А.Агаева, Агаева У.Т. Электронные характеристики пространственных структур адресных фрагментов молекул гемокинина-1 человека и гемокинина-1 мыши/крысы. IV International Scientific Conference of Young Researchers Proceedings. Qafqaz University 29-30 april 2016, p. 23-25
3. Г.А.Агаева, Н.М.Годжаев, Агаева У.Т. Исследование пространственного строения и конформационные особенности молекулы гемокинина-1 мыши/крысы Аз.ТУ, Ученые записки №1, 2018, стр.42-51

## SUYUN XÜSUSİ İSTİLİK TUTUMUNUN TƏZYİQ VƏ TEMPERATURDAN ASILILIĞI

**L.F.Pənahova<sup>1</sup>, B.G.Paşayev**  
*Bakı Dövlət Universiteti, I kurs*

Bu işdə suyun sabit təzyiqlə ( $C_p$ ) və sabit həcmdə ( $C_v$ ) xüsusi istilik tutumlarının  $C_p$ - $C_v$  fərqi 270-230 K temperatur 0.1-1000 Mpa təzyiqlə intervalında müxtəlif izobarlarının temperaturdan asılılıqları araşdırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki təzyiqlə artması ilə  $C_p(T)$  asılılığında müşahidə olunan  $T_{C_p}^{\min}$  nöqtəsi nisbətən kiçik temperaturda  $C_v(T)$  asılılığında müşahidə olunan  $T_{C_v}^{\max}$  nöqtəsi isə böyük temperaturda oblastına tərəf sürüşür həmçinin  $T_{C_p}^{\min}$  nöqtəsinə uyğun gələn  $C_p^{\min}$  və  $T_{C_v}^{\max}$  nöqtəsinə uyğun gələn  $C_v^{\max}$  təzyiqlə artması ilə azalır.  $C_p$ - $C_v$  fərqi xarakterizə edən izobarların temperaturdan asılılıqları  $T^{C_p-C_v}_k = 375\text{K}$  nöqtəsində kəsişirlər.

Su ilk baxışdan sadə görünsədə o mürəkkəb maddədir. İngilis alimi Martin Çaplin suyun quruluş və xassələri adlı monoqrafiyasında 41 anomal xassəsinə göstərmişdir. Bu xassələrdən xüsusi istilik tutumlarının  $C_p$  və  $C_v$  temperaturdan asılılıqları diqqətli cəlb edir. Suyun sabit təzyiqlə xüsusi istilik tutumu  $C_p$  temperaturun artması ilə əvvəlcə azalır 36°C-də minimumdan keçir sora isə artır. Normal atmosfer təzyiqlə sabit həcmdə xüsusi isə temperaturun artması ilə azalır.

Təqdim olunan işdə suyun sabit təzyiqlə və sabit həcmdə xüsusi istilik tutumlarının və  $C_p$ - $C_v$  fərqi 270-370 K temperatur 0.1-1000 MPa təzyiqlə intervalında müxtəlif izobarların temperaturdan asılılıqları araşdırılmışdır.

$C_p$ - $C_v$  fərqi xarakterizə edən izobarların temperaturdan asılılıqları bir nöqtədə kəsişirlər. Deməli, suda  $C_p$ - $C_v$  fərqi üçün temperaturun elə qiyməti var ki bu temperaturda  $C_p$ - $C_v$  fərqi təzyiqlədən asılı olmur, Su üçün bu nöqtə temperaturun  $T^{C_p-C_v}_k = 345\text{K}$  ( $=75^\circ\text{C}$ ) qiymətinə uyğun gəlir. Suyun anomal xassələrindən biri də onun sıxlığının temperaturdan asılılığında müşahidə olunur. Digər mayelərdən fərqli olaraq  $0^\circ\text{C}$  dən başlayaraq temperaturun artması ilə sıxlıqlı artar  $3.984^\circ\text{C}$  dən maksimum olur. Sonra isə temperaturun artmasına uyğun olaraq azalır. Deməli  $3.984^\circ\text{C}$ -yə qədər suyun həcmi istidən genişlənməsi mənfi olur yəni bu temperatura qədər temperatur artdıqca həcm azalır. Suda  $C_p$ - $C_v$  fərqi müxtəlif izobarlarının temperaturdan asılılıqlarının kəsişmə nöqtəsinin və səsin sürətinin maksimumun eyni temperatura ( $=72-73^\circ\text{C}$ ) uyğun gəlməsi ola bilsin ki təsadüfi xarakter daşıyır və bu fakt yuxarı temperaturda belə suda müəyyən sturukturun olmas ilə əlaqədardır.

### Ədəbiyyat

1. Chaplin M. Water Structure and Behavior. [www.Isbu.ac.uk/water.html](http://www.Isbu.ac.uk/water.html).south Bank University, London; 2008,576 p.
2. Wagner W. Prub A. The LAPWS Formulation 1995 for the thermodynamic Properties of ordinary Water Substance for General and Scientific USE //J.Phys .Chem .Ref.Data,2002,v. 31,N2,p.486-532
3. Məsimov E.Ə. Həsənov H.Ş. Bioloji sistemlərin termodinamikası . Bakı, 2007, 418 c.
4. Shelton D.P. Collective molecular rotation in water and other simple liquids //Chem.Phys. Lett., 2000, v.325, p. 513-516.

<sup>1</sup> [leman.penahova01@gmail.com](mailto:leman.penahova01@gmail.com)

## İON ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNİN AKTİVLƏŞMƏ PARAMETRLƏRİNİN HESABLANMASI

B.E.Əsgərova<sup>1</sup>, B.G.Paşayev  
*Bakı Dövlət Universiteti Fizika fakültəsi, III kurs*

Məhlul elektrik sahəsinə daxil edildikdə, yəni məhlula salınmış elektrodlar arasında potensiallar fərqi yaratdıqda, ionlar su molekullarının arasından keçərək istiqamətlənmiş hərəkət edərək (miqrasiya olunaraq) cərəyan yaradırlar. Elektrolitlərdə ionların miqrasiya prosesini aktivləşmə parametrləri ( $\Delta G_{\lambda}^{\neq}$ ,  $\Delta H_{\lambda}^{\neq}$ ,  $\Delta S_{\lambda}^{\neq}$ ) ilə xarakterizə etmək olar.

Molyar ion elektrik keçiriciliyinin aktivləşmə parametrləri Eyriinq nəzəriyyə-sindən istifadə olunmaqla hesablamaq olar. Eyriinq məhlullarda ionların elektrik sahəsinin təsiri ilə istiqamətlənmiş hərəkətini qazlarda kimyəvi reaksiya zamanı qaz molekullarının hərəkəti ilə eyniləşdirərək ionların molyar elektrik keçiriciliyinin limit qiymətinin ( $\lambda_{\pm}^0$ ) temperaturdan asılılığı üçün

$$\lambda_{\pm}^0 = \lambda_0 \exp\left(-\frac{\Delta G_{\lambda}^{\neq}}{RT}\right) \quad (1)$$

ifadəsini almışdır. Burada  $\Delta G_{\lambda}^{\neq}$  -1 mol ionun keçidi (daşınması) zamanı Gibbs enerjisinin dəyişməsi,  $R$  -universal qaz sabiti,  $T$  -mütləq temperaturdur. Eyriinq nəzəriyyəsinə görə

$$\lambda_0 = \frac{|z_{\pm}|eF}{6h} L^2 \quad (2)$$

Burada  $|z_{\pm}|$  ionun valentliyi,  $e$  -elektronun yükü,  $F$  -Faradey ədədi,  $h$  -Plank sabiti,

$L$  -ionun iki kvazistasionar halları arasındakı məsafədir. Qeyd edək ki,  $\Delta G_{\lambda}^{\neq}$  və  $L$ -ə ion elektrik keçiricilik prosesinin kinetik parametrləri kimi baxmaq olar, bu parametrlərin qiymətləri həlledicinin strukturundan kəskin asılıdır və olduqca duru məhlullarda maksimal qiymətlərini alır.  $L$  -in qiymətini hesablamaq üçün ən yaxşı halda hesab edilir ki, onun uzunluğu həlledicinin molekulunun həcminə uyğun olan kubun tilinə bərabərdir:

$$L = \sqrt[3]{\frac{V_m}{N_A}} \quad (3)$$

Burada  $V_m$  -həlledicinin molyar həcmi,  $N_A$  -Avoqadro ədədidir. Həlledicinin molyar həcmi

$$V_m = \frac{M}{\rho} \quad (4)$$

düsturu ilə hesablamaq olar: Burada  $\rho$  -həlledicinin sıxlığı,  $M$  -isə həlledicinin molekul kütləsidir. (16.2), (16.3) və (16.4) ifadələrindən

<sup>1</sup> [benovshe.esgerova@gmail.com](mailto:benovshe.esgerova@gmail.com)

$$\lambda_0 = \frac{|z_{\pm}|eF}{6h} \left( \frac{M}{\rho N_A} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (5)$$

olduğunu alırıq. (16.1) ifadəsindən görüldüyü kimi molyar elektrik keçiriciliyinin limit qiyməti ( $\lambda_{\pm}^0$ )  $\Delta G_{\lambda}^{\neq}$ -nin eksponensial funksiyasıdır və buradan

$$\Delta G_{\lambda}^{\neq} = -RT \ln \frac{\lambda_{\pm}^0}{\lambda_0} \quad (6)$$

olduğunu alırıq. Təcrübədən müxtəlif temperaturlarda  $\lambda_{\pm}^0$ -ni təyin etməklə və (16.5) ifadəsi ilə  $\lambda_0$ -ı hesablamaqla (16.6) ifadəsinə əsasən ionların elektrolitdə miqrasiyası zamanı aktivləşmə Gibbs enerjisinin temperaturdan asılılığını müəyyən edə bilirik.  $\Delta G_{\lambda}^{\neq}$ ,  $\Delta H_{\lambda}^{\neq}$  və  $\Delta S_{\lambda}^{\neq}$  termodinamik funksiyaları arasındakı mövcud olan

$$\Delta G_{\lambda}^{\neq} = \Delta H_{\lambda}^{\neq} - T\Delta S_{\lambda}^{\neq} \quad (7)$$

münasibətindən istifadə edərək (16.1) ifadəsini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\lambda_{\pm}^0 = \lambda_0 \exp\left(\frac{\Delta S_{\lambda}^{\neq}}{R} - \frac{\Delta H_{\lambda}^{\neq}}{RT}\right) \quad (8)$$

(16.8) ifadəsinin hər iki tərəfindən natural loqarifma alsaq

$$\ln \frac{\lambda_{\pm}^0}{\lambda_0} = \frac{\Delta S_{\lambda}^{\neq}}{R} - \frac{\Delta H_{\lambda}^{\neq}}{RT} \quad (9)$$

alırıq. (16.9) ifadəsindən görünür ki, ionların elektrolitdə miqrasiyası zamanı aktivləşmə entalpiyası  $\ln \frac{\lambda_{\pm}^0}{\lambda_0} = f\left(\frac{1}{T}\right)$  funksiyasının qrafikinə ixtiyari nöqtədə çəkilən

toxunanın bucaq əmsalıdır. Onda molyar elektrik keçiriciliyinin limit qiymətinə görə aktivləşmə entalpiyasını

$$\Delta H_{\lambda}^{\neq} = -R \frac{\partial (\ln(\lambda_{\pm}^0 / \lambda_0))}{\partial (1/T)} \quad (10)$$

ifadəsi ilə təyin etmək olar. Beləliklə (16.6) ifadəsinə görə  $\Delta G_{\lambda}^{\neq}$ -ni, (16.12) ifadəsinə görə  $\Delta H_{\lambda}^{\neq}$ -i,  $\Delta G_{\lambda}^{\neq}$  və  $\Delta H_{\lambda}^{\neq}$  parametrlərinin müxtəlif temperaturlarda qiymətləri məlum olduqdan sonra isə (16.7) termodinamik ifadəsinə əsasən ionların elektrolitdə miqrasiyası zamanı aktivləşmə entropiyasının ( $\Delta S_{\lambda}^{\neq}$ ) temperaturdan asılılığını təyin etmək olar.

### **Ədəbiyyat**

1. E.Ə.Məsimov, H.Ş.Həsənov, B.G.Paşayev. Maye məhlulların elektrik keçiriciliyi. Bakı, 2011. 82s.
2. E.Ə.Məsimov, H.Ş.Həsənov, B.G.Paşayev, Ç.İ.İbrahimov. L Qələvi metal hidrokislərinin sulu məhlullarının ion elektrik keçiriciliyinin aktivləşmə parametrləri. AMEA,Fizika Cild №2010.

**THE EFFECT OF THE MOLECULAR MASS OF  
POLYVINYLPIRROLIDONE  
TO PHASE DIAQRAM OF TWO-PHASE SYSTEM  
DEXTRAN-POLYVINYLPIRROLIDONE-WATER**

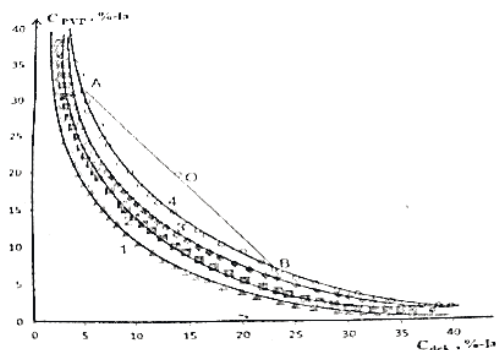
**A.A.Hasanov, X.T.Hasanova, S.R.Bagirova, N.F.Orujova<sup>1</sup>**

*Baku State University*

*Fizika fakültəsi, II kurs (magistr)*

In this work the physical-chemical properties of the dextran-polyvinylpyrrolidone-water two-phase system were studied. Swedish researcher Albertson [1] for the first time has extensively investigated polymer-polymer-water two-phase systems with water solubility, and has demonstrated their capability to study medicine, pharmacology and etc.

Polyvinylpyrrolidone with a molecular mass of 12,000 is used as a blood substitute, 0.5% of polyvinylpyrrolidone aqueous solution is used as an antioxidant. In this work, were used polyvinylpyrrolidone produced by the German firm "Applichem" and dextran produced by Russia. The molecular mass of dextran is kept constant ( $M_n \approx 70000$ ), and molecular masses of polyvinylpyrrolidone were used with fractions of 10000, 30000, 40000, and 54000. The binodal curves of each of these systems are constructed by the known method [2], the inclination angles of the binodal connecting lines are determined, the results are shown in Figure 1. As you can see in the picture, as the molecular weight of PVP increases, the binodal curve shifts to the beginning of the coordinate, the area of the heterogeneous region of the diagram increases. In other words, when the molecular weight of PVP increases, phase separation (non-uniformity) results in smaller concentrations of components.



**Fig. 1.** Binodal curves and connecting lines for different molecular masses of dextran-polyvinylpyrrolidone-water two-phase system.

$M_n \approx 54000$ ; 2-  $M_n \approx 40000$ ; 3-  $M_n \approx 30000$ ; 4-  $M_n \approx 10000$ .

Small molecular mass polyvinylpyrrolidone molecules are more likely to hydrate, as a result, they are more conformed with its own water coverage. For the polyvinylpyrrolidone molecular mass  $M_n \approx 10000$ , the mean value of the dextran-polyvinylpyrrolidone-water two-phase system connecting line is  $\text{tg}\alpha_{BX} = -0.97$ .

<sup>1</sup> nilufarorujova@gmail.com

Thus, the effect of the molecular weight of the polymer on the process of phase separation in dextran-polyvinylpyrrolidone-water binodal systems has been investigated, and it has been shown that as the molecular weight of the polymer increases, phase separation occurs at a smaller concentration of components. As the molecular mass increases, the number of water molecules in the hydrate layer of the polymer increases, the number of free water molecules in the system decreases and phase separation occurs more quickly.

#### **References**

1. Albertson P.A. Partition of cell particles and macromolecules, New York: Wiley, 3rd, 1986, 412p.
2. Məsimov E.A., Bağirov T.O. Çoxkomponentli çoxfazalı sistemlər. Çoxfazalı sistemlərdə maddənin paylanması. Bakı, 2016, 280 s.

## SU-PEQ- $\text{NaOH}$ SİSTEMLƏRİNDƏ STRUKTUR XÜSUSİYYƏTLƏRİ

**M.F.Yusubova<sup>1</sup>, B.G.Paşayev\***  
**Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi**

*İşdə su-PEQ- $\text{NaOH}$  sistemlərinin 293.15-323.15 K temperatur və PEQ-in 0-0,001 molyar hissə konsentrasiyası intervalında dinamik özlülüüyü və sıxlığı ölçülmüşdür. PEQ-in 1000, 1500, 3000, 4000 və 6000 molekulyar kütləli fraksiyalarına baxılmışdır və  $\text{NaOH}$ -in konsentrasiyası 0.01 molyar hissə götürülmüşdür. Təcrübi nəticələrdən istifadə edərək tədqiq olunan sistemlərin baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında özlü axınının aktivləşmə parametrləri və məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmələri hesablanmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, həm konsentrasiyanın artması ilə, həm də molekulyar kütlənin artması ilə məhlul daha strukturlaşmış hala keçir.*

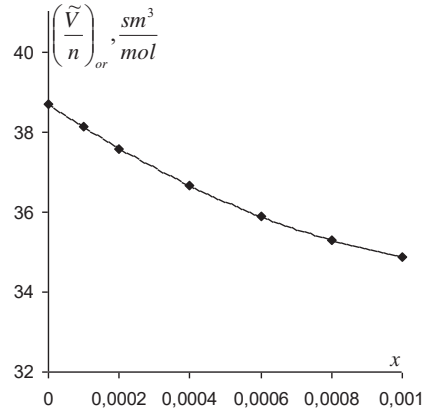
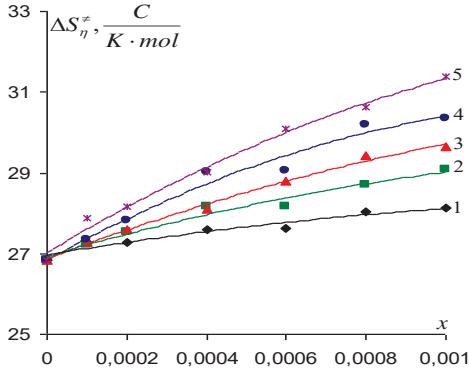
Polietilenqlikol (PEQ) bir çox sənaye sahələrində (farmakologiyada, kosmetologiyada, biotexnologiyada, qida sənayesində və s.) geniş istifadə olunduğundan, ən çox öyrənilən polimerlərdəndir [1, 2]. PEQ orqanizmin immun sisteminə mənfi təsir göstərmir, toksik xüsusiyyətlərə malik deyil və bədəndən sürətlə təmizlənir. PEQ bərk zərrəcikləri kapsullaşdırmaqla onların steril sabitliyini təmin etmək, səthi aktiv olan maddələri özündə saxlamaq və müxtəlif proseslərdə sürtünməni azaltmaq xassələrinə malikdir. PEQ makromolekulunda olan (OH) qruplarının, -O- və -H atomları su molekulu ilə hidrogen rabitəsi yarada bilər [3]. PEQ makromolekulunda olan  $\text{CH}_2$  qrupları isə hidrofob effekti yaradırlar. PEQ-in əksər funksiyaları əsasən su mühitində baş verir. Bu səbəbdən su-PEQ sistemlərində struktur xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi, həmçinin bu struktura bir sıra kiçik molekuldu birləşmələrin təsirinin öyrənilməsi elmi və praktiki cəhətdən böyük əhəmiyyətə malikdir.

İşdə su-PEQ- $\text{NaOH}$  sistemlərində struktur xüsusiyyətləri 293,15-323,15 K temperatur və PEQ-in 0-0,001 molyar hissə konsentrasiyası intervalında viskozimetriya və piknometriya metodları ilə tədqiq olunmuşdur. PEQ-in molekulyar kütləsi 1000, 1500, 3000, 4000 və 6000 olan fraksiyalarına baxılmışdır və su-PEQ- $\text{NaOH}$  sistemlərində  $\text{NaOH}$ -in konsentrasiyası 0,01 molyar hissə götürülmüşdür. Tədqiq olunan məhlulların qeyd olunan temperatur və konsentrasiya intervalında dinamik özlülüüyü və sıxlığı ölçülmüşdür və təcrübi qiymətlər əsasında məhlulların özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin ( $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$ ), özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının ( $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$ ), özlü axınının aktivləşmə entropiyasının ( $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$ ), məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmənin ( $\tilde{v}$ ) qiymətləri hesablanmışdır və PEQ-in konsentrasiyasından asılılıqları təhlil olunmuşdur.

Müəyyən olunmuşdur ki,  $\Delta G_{\eta}^{\ddagger}$ ,  $\Delta H_{\eta}^{\ddagger}$  və  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  parametrləri verilmiş temperaturda konsentrasiyanın artması ilə artır, verilmiş temperatur və konsentrasiyada isə molyar kütlənin artması ilə artır.  $\Delta S_{\eta}^{\ddagger}$  parametrlərinin 293.15 K temperaturda PEQ-in konsentrasiyasından ( $x$ ) asılılığı şəkil 1-də göstərilmişdir.

<sup>1</sup> [measureyusubova535@gmail.com](mailto:measureyusubova535@gmail.com)





Şəkil 1. Su-PEQ-NaOH sistemlərində molyar həcmnin orta qiymətinin konsentrasiyadan asılılığı (T=293,15 K).

Şəkil 2. Su-PEQ-NaOH sistemlərində özlü axının aktivləşmə entropiyasının PEQ-in bir monomerə düşən parsial konsentrasiyadan asılılığı (T=293,15 K).

1-PEQ (1000), 2-PEQ (1500), 3-PEQ (3000), 4-PEQ (4000), 5-PEQ (6000)

Sulu məhlullarda struktur xüsusiyyətləri məhlulun komponentlərinin parsial molyar həcmli ilə də xarakterizə olunur. Müəyyən olunmuşdur ki, məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmi verilmiş temperaturda konsentrasiyanın artması ilə azalır, verilmiş temperatur və konsentrasiyada isə molyar kütlənin artması ilə artır. Hesablamalar göstərir ki, verilmiş temperatur və konsentrasiyada PEQ-in bir monomerə düşən parsial molyar həcmi  $(\tilde{V}/n)_{or}$  PEQ-in molyar kütləsindən demək olar ki, asılı deyil. Şəkil 2-də tədqiq olunan müxtəlif molyar kütləli PEQ-lərin 293,15 K temperaturda bir monomerə düşən parsial molyar həcmnin orta qiymətinin konsentrasiyadan asılılığı göstərilmişdir.

Həm özlü axının aktivləşmə entropiyasının, həm də məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmnin konsentrasiyadan asılılıqlarına əsasən deyə bilərik ki, PEQ həm suya, həm də su-NaOH sistemində strukturlaşdırıcı təsir göstərir, lakin NaOH-ın iştirakı PEQ-in strukturlaşdırıcı təsirini müəyyən qədər zəiflədir. Bu isə NaOH-ın suyun strukturuna göstərdiyi dağıdıcı təsiri ilə əlaqədardır.

### Ədəbiyyat

1. Tang Z., Fang K., Song Y., Sun F. Jetting Performance of Polyethylene Glycol and Reactive Dye Solutions. *Polymers* 2019, 11, 739.
2. Bhanot C., Trivedi S., Gupta A., Pandey S. Dynamic viscosity versus probe-reported microviscosity of aqueous mixtures of poly(ethylene glycol). *J. Chem. Thermodyn.* 2012, 45, p.137-144.
3. Məsimov E.Ə., Həsənov H.Ş., Paşayev B.G. Mayelərin özlülüyü. Bakı, "Ləman Nəşriyyat Poliqrafıya", 2016. 285 c.

## **BÖLMƏ 3 BƏRK CİSİMLƏR FİZİKASI**

### **PVDF+CdS/ZnS ƏSASLI POLİMER NANOKOMPOZİTLƏRİN DİELEKTRİK XASSƏLƏRİ**

**N.Ə.Məmmədova<sup>1</sup>, F.V.Hacıyeva \***  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)*

İşdə PVDF+CdS/ZnS əsaslı polimer nanokompozitlərin dielektrik xassələri tədqiq edilmişdir. İlk öncə CdS nanohissəciklərinin sintezi həyata keçirilmişdir. Bunun üçün 20ml 0.01M kadmium xlorid məhlulu ilə 0,5% CTAB məhlulu ilə 30 dəqiqə müddətində maqnit qarışdırıcıda qarışdırılır və üzərinə 20 ml 0.01M natrium sulfid məhlulu əlavə edilərək 2 saat müddətində intensiv olaraq maqnit qarışdırıcıda qarışdırılır. Sintez nəticəsində alınmış CdS nanohissəcikləri sentrifuqa vasitəsilə kənar ionlardan ayrılaraq distilə suyu bir neçə dəfə yuyulur. Sonra nanohissəciklər Petri qabına keçirilərək 24 saat ərzində qurudulur. Eyni qayda ilə ZnS nanohissəciklərinin sintezi həyata keçirilir. Bunun üçün 20 ml 0.01M sink xlorid məhlulu ilə 0,1% CTAB məhlulu ilə 30 dəqiqə müddətində maqnit qarışdırıcıda qarışdırılır və üzərinə 20 ml 0.01M natrium sulfid məhlulu əlavə edilərək 2 saat müddətində intensiv olaraq maqnit qarışdırıcıda qarışdırılır.

PVDF+CdS/ZnS əsasında nanokompozitləri sintez etmək üçün 0,1q PVDF tozu həlledicisi olan dimetilformamiddə həll edilir. Nanokompozitlərinin sintezi üçün uyğun olaraq DMF həll edilmiş PVDF məhlulunun üzərinə uyğun konsentrasiyalarda (1%,3%,5%,10%) miqdarda CdS və ZnS nanohissəcikləri əlavə edilərək 2 saat müddətində maqnit qarışdırıcıda bircins qarışıq alınana qədər qarışdırılır. Daha sonra qarışıq Petri qablarına süzülərək qurudulur. Daha sonra PVDF+CdS/ZnS külçələrdən isti presləmə üsulu ilə PVDF-in ərimə temperaturunda 15MPa təzyiqdə müxtəlif qalınlıqlı nanokompozit nazik təbəqələr alınır.

PVDF+CdS/ZnS əsaslı nanokompozit materiallarının dielektrik xassələri tədqiq edilmişdir. Nanokompozitlərin dielektrik nüfuzluğunun, dielektrik itkisinin tangens bucağının tezlikdən, nanohissəciklərin konsentrasiyasından və temperaturdan asılılığı, xüsusi müqavimətin temperaturdan asılılığı öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, CdS və ZnS nanohissəcikləri nanohissəciklərini polimer matrisaya əlavə etdikdə nanokompozitin dielektrik nüfuzluğu kəskin artır. Müəyyən edilmişdir ki, polimer matrisdə CdS və ZnS nanohissəcikləri bütün miqdarlarında dielektrik nüfuzluğunun qiyməti tezliyin bütün qiymətlərində artır və təmiz PVDF-ə nisbətən xeyli yuxarı olur. Dielektrik nüfuzluğu maksimum qiymətə nanohissəciklərin 3% həcmi miqdarında çatır. Həmçinin göstərilmişdir ki, dielektrik nüfuzluğu konsentrasiyanın müəyyən qiymətinə qədər (3%) kəskin artır, sonra isə azalmağa başlayır. Həmçinin dielektrik nüfuzluğunun qiyməti tezlikdən asılı olaraq azalması müşahidə olunmuşdur. Dielektrik nüfuzluğunun nanohissəciklərin konsentrasiyanın artması ilə artması alınmış nanokompozitin poliarlaşma qabiliyyətinin artması ilə əlaqədardır. Dielektrik nüfuzluğunun nanohissəciklərin konsentrasiyanın artması ilə artması nanohissəciklərin polimer matrisada homogen paylanması və polimerdə daha nizamlı quruluşun formalaşması ilə əlaqədardır.

---

<sup>1</sup> *narmin\_mammadova\_95@mail.ru*

Nanohissəciklərin konsentrasiyasının sonrakı artımı polimer matrisin strukturunu və struktur elementlərini tədricən xırdalayır və CdS və ZnS nanohissəcikləri özünü doldurucu komponent kimi aparır. Tezlikdən asılı olaraq dielektrik nüfuzluğunun bütün konsentrasiyalarda azalması, yüksək tezliklərdə polyarlaşma proseslərinin pisləşməsilə əlaqədardır.

Həmçinin PVDF+CdS/ZnS əsaslı nanokompozitma teriallarının dielektrik nüfuzluğunun temperaturdan asılılığı tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, temperaturdan asılı olaraq nanokompozitlərin dielektrik nüfuzluğu artmağa başlayır və 443 K temperaturunda kəskin artır, bu isə polimer matrisinin kristallik fazasının dağılması və nəticədə hissəciklər arası məsafənin artması ilə dielektrik nüfuzluğunun artması izah olunur. Yuxarı temperaturlarda, yəni 443 K temperaturundan sonra isə, dielektrik nüfuzluğunun aşağı düşməsi nanokompozitlərin keçiriciliyin artması ilə əlaqədardır. PVDF+CdS/ZnS əsaslı nanokompozit materiallarının xüsusi müqavimətinin temperaturdan asılılığı tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, PVDF+1%CdS/ZnS əsaslı nanokompozit materiallarının xüsusi müqavimətinin qiyməti 343 K temperatura kimi kəskin azalır, daha sonra 373 K temperatura kimi tədricən azalır, 373 K temperaturdan sonra isə sabit qalır. PVDF+3%CdS/ZnS, PVDF+5%CdS/ZnS və PVDF+10%CdS/ZnS əsaslı polimer nanokompozit üçün xüsusi müqavimətin qiyməti 328 K temperatura kimi kəskin azalır, daha sonra 378 K temperatura kimi tədricən azalır, 378 K temperaturdan sonra isə sabit qalır. Müəyyən olunmuşdur ki, temperaturdan asılı olaraq müqavimətin azalması nanokompozitlərin ion keçiriciliyi ilə əlaqədardır.

#### **Ədəbiyyat**

1. Maharramov A.M., Ramazanov M.A., Ahmadova A.B., Hajiyeva F.V., Hasanova U.A. The structure and dielectric properties of nanocomposites based on isotactic polypropylene and titanium nanoparticles Digest Journal of Nano-materials and Biostructures, 2016, 11(3), 781–786.
2. Maharramov A.M., Ramazanov M.A., Hajiyeva F.V. A structure and dielectric properties of nanocomposites based on isotactic polypropylene and lead sulphide nanoparticles Journal Chalcogenide Letters, 2016, 13(1), 35–40.

## ЭФФЕКТЫ ФАЗОВОЙ САМО- И КРОСС-МОДУЛЯЦИИ В МЕТАМАТЕРИАЛАХ

Г.Н.Мамедова<sup>1</sup>, Р.Д.Касумова \*  
Бакинский Государственный Университет  
Физический факультет, I курс (магистр)

Фазовая кросс модуляция всегда сопровождается фазовой самомодуляцией. В сильных лазерных полях процесс преобразования частоты приводит к эффектам само- и кросс-взаимодействия, связанным с высокой нелинейностью среды [1-2]. Считаем, что волна накачки распространяется в области с отрицательной рефракцией [3]. Эффекты самовоздействия и перекрестного взаимодействия возможно рассмотреть в приближении заданной интенсивности [4], учитывающем фазовые изменения взаимодействующих волн. В данном приближении возможно провести аналитический анализ влияния данных эффектов на процесс частотного преобразования. Существуют численные методы анализа, однако предложенный аналитический подход позволяет увидеть качественную картину процесса и роль каждого из эффектов взаимодействия, за которые ответственны квадратичная или кубичная нелинейности, определить оптимальные параметры задачи, Исследование в приближении заданной интенсивности одновременного влияния квадратичной и кубичной нелинейности на процесс умножения частоты в метаматериале является предметом предлагаемой работы.

Укороченные уравнения, описывающие процесс удвоения частоты в средах с квадратичной и кубичной нелинейностями, в среде с отрицательным преломлением получаются из известных уравнений Максвелла. Здесь рассматривается случай, когда свойства метаматериала проявляются на частоте

$$\omega_1 (\delta_j=0) [1-2, 5]$$

$$\frac{dA_1}{dz} = i|\gamma_{11}|A_1^*A_2 \exp(-i\Delta z) + i(|\gamma_{11}| \cdot |A_1|^2 + |\gamma_{12}| \cdot |A_2|^2)A_1$$

$$\frac{dA_2}{dz} = i\gamma_{21}A_1^2 \exp(-i\Delta z) + i(\gamma_{21}|A_1|^2 + \gamma_{22}|A_2|^2)A_2, \quad (1)$$

где  $A_{1,2}$  - комплексные амплитуды волны накачки и второй гармоники на частотах  $\omega_1$  и  $\omega_2$  ( $\omega_2 = 2\omega_1$ ) соответственно,  $\gamma_{1,2}$  - коэффициенты нелинейной связи волн в метаматериале на частотах  $\omega_{1,2}$  соответственно, ( $\gamma_{11} = -|\gamma_{11}|$ ),  $\Delta = k_2 - 2k_1$  - линейная фазовая расстройка,  $n, j = 1, 2$ , т.е.  $\gamma_{11}, \gamma_{22}$ ,  $\gamma_{12}, \gamma_{21}$  - коэффициенты, связанные с кубической нелинейностью среды,  $\gamma_{nj} \sim \chi^{(3)}$ ,  $\gamma_{11} = -|\gamma_{11}|$ ,  $\gamma_{12} = -|\gamma_{12}|$ . Члены с  $\gamma_{11}, \gamma_{22}$  ответственны за самовоздействие волн, а с  $\gamma_{12}, \gamma_{21}$  за перекрестное взаимодействие волн.

Результаты проведенных исследований показали, что, влияние эффектов само- и кроссмодуляции в мощном поле лазерного излучения приводит изменению условий возбуждения волны гармоники. При нелинейно-оптическом

<sup>1</sup> mamedova.gulyabatin7@gmail.com

процессе удвоения частоты интенсивной световой волны в метаматериале необходимо учитывать эффекты самовоздействия и перекрестного взаимодействия, оказывающих непосредственное влияние на оптимальное фазовое соотношение между взаимодействующими волнами Данный факт может быть использован для управления и контроля параметрами мощного когерентного излучения.

#### **Литература**

1. Т.В. Razumihina, L.S. Telegin, A.I. Cholodnich, A.S. Chirkin, *Kvant. Elektron. (Moscow)* **11** (1984) 2026.
2. Z.H. Tagiev, R.J. Kasumova. *Opt. Comm.* 268, 311-316 (2006)
3. J.B. Pendry. *Phys. Rev. Lett.* **85**, 3966–3969 (2000).
4. Tagiev Z. H., Kasumova R.J., Salmanova R.A., Kerimova N. V. *J. Opt. B*, **3**, 84 (2001).
5. R.J. Kasumova, G.A. Safarova, A.R. Ahmadova, N.V. Kerimova. *Appl. Opt.*, **57**(25), 7385-7390 (2018),

## PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF THIN FILM $Si/Cd_{1-x}Zn_xS$ HETEROJUNCTIONS

**A.N.Maharramova<sup>1</sup>, M.A.Jafarov \***  
*Baku State University*  
*Physics faculty, I course (master)*

*Photoelectric properties of thin film  $Si/Cd_{1-x}Zn_xS$  heterojunctions have been studied in rather wide range of light wavelength ( $0.3\div 1,4 \mu m$ ), temperature ( $100\div 500^{\circ}C$ ) as well as duration ( $0\div 20$  min) of thermal processing (TP). In the course of carrying out the experiments it was found that the  $Si/Cd_{1-x}Zn_xS$  heterojunctions that were undergo to thermal processing possess higher photosensitivity in the wavelength range of ( $0,4\div 1,25 \mu m$ ). When these structures are illuminated from the side of semiconductor with wide band gap ( $Si/Cd_{1-x}Zn_xS$ ) is developed the photo electromotive force whose sign does not change in all range of photosensitivity. Chief parameters of the investigated structures were estimated for their illumination by  $W = 100\div 500$  mW/sm<sup>2</sup> intensity. It has been found that values of these parameters in addition to other factors depend also on the composition of films.*

Wide progress and entrance of semiconductor devices to all spheres of science and engineering often causes their use in conditions of both external and internal ionizing radiation. In this connection the question of development of radioactive reliable semiconductor materials keeping functionality of traditional ones becomes actual. An interest to semiconductor materials is not limited with bulk materials and epitaxial films.

The process of electrochemical deposition has been carried out by us on the silicon plates in a special quartz vessel at room temperature. Composition of obtained films was varying in the  $0\leq x\leq 0.5$  range and was controlled by chemical, thermal and X-ray analyses. For different samples their thicknesses were  $2 \mu m$ . Concentration of free charge carriers defined by the value of conductivity and Current-voltage characteristic possessed  $(0.2\div 8)\times 10^{16}$  sm<sup>-3</sup> depending on composition percentage of films. Operating areas of obtained heterojunctions were in the  $0.04\div 2$  cm<sup>2</sup> range. Depending on requirements of measurements metallic indium or silver paste were used as materials of ohmic contacts to ohm city of contacts were examined by us according to voltage-current characteristics (VCC) recorded in character graph. Measurement of electro physical characteristics of  $Si/Cd_{1-x}Zn_xS$  nanofilms on a glass and estimation the VCC of p- $Si/Cd_{1-x}Zn_xS$  structure alb owed to reveal the optimum composition of chemical width:  $1:12:500$  ( $1,5\div 2,2\times 10^{-3}M$  Zn ( $CH_3OOO$ )<sub>2</sub>,  $1,5\div 2\times 10^{-3}M$  Cd( $CH_3OOO$ )<sub>2</sub>,  $0,01\div 0,02$  M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,  $1,05$  M NH<sub>4</sub>OH).

The photocurrent of p-Si/ Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S heterojunctions (short circuit regime) as a function of power of incident light flux before and after TP is illustrated. For the structures which were not undergo to TP this dependence in the beginning is linear, further has sub linear portions, that tells about presence of recombination centers at intersections. In the case of illumination of the studied heterojunctions from the side of Si the spectral dependence of photocurrent process the most intense long wave peak

---

<sup>1</sup> mhrmva@mail.ru

only. For the heterojunctions with  $x=0$  more pronounced short wave peak is observed at 0,450  $\mu\text{m}$  and 1,125  $\mu\text{m}$  related to direct band-to-band transitions in a p, n-Si monocrystal. Illumination the heterojunctions from the side of wideband gap semiconductor ( $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$  films) leads to change of pattern. With increase in  $x$  the displacement of this peak toward more shortwave part of the spectrum is observed. In our opinion it is related to the change of width of band gap of  $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$  films.

### References

1. Babu, P., M.V., Reddy, N., Revathi, and K.T.R., Reddy, 2011. "Effect of pH on the physical properties of  $\text{ZnIn}_2\text{Se}_4$  thin films grown by chemical bath deposition", *Journal of Nano- and Electronic Physics* 3, pp. 85-91.
2. Bacaksiz, E., S., Aksu, I., Polat, S., Yilmaz, and M., Altunbas, 2009. "The influence of substrate temperature on the morphology, optikal and electrical properties of thermal evaporated  $\text{ZnSe}$  thin films", *Journal of Alloys and Compounds* 487, pp. 280-285.
3. Yang J, Wang G, Liu H, Park J, Chen X (2009) .Controlled synthesis and characterization of  $\text{ZnSe}$  nanostructures via a solvothermal approach in a mixed solution. *Mater. Chem. Phys.*, 115: 204-208.

## **TlGaSe<sub>2</sub> BƏRK MƏHLULLARININ ELEKTRİK XASSƏLƏRİ**

**M.Q.Məmmədova<sup>1</sup>, L.H.Həsənova \***

***Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)***

*Araşdırmalarımız nəticəsində məlum olmuşdur ki, TlGaSe<sub>2</sub> üçqat yarımkeçirici birləşməsi A<sup>III</sup>B<sup>VI</sup> birləşmələri əsasında alınmışdır. Tədqiq olunan kristal yavaşıyotma üsulu ilə alınmışdır. Onun təkmil monokristalları layvari quruluşa malikdir.*

TlGaSe<sub>2</sub> üçqat yarımkeçirici birləşməsi A<sup>III</sup>B<sup>VI</sup> birləşmələri əsasında alınmışdır. Tədqiq olunan kristal yavaşıyotma üsulu ilə alınmışdır. Onun təkmil monokristalları layvari quruluşa malik olub, xüsusi müqaviməti 10<sup>8</sup>-10<sup>10</sup> Om·sm-dir[1]. Ölçmə üçün lazımi qalınlıqda nümunələr laylara ayırmaqla hazırlanır. Belə nümunələr təbii güzgü səthinə malik olur. Elektrikkeçiriciliyi ölçmək üçün hazırlanmış nümunələrə gümüş pastasından kontaktlar qoyulur. Elektrikkeçiriciliyi nisbətən zəif sahələrdə, volt-ampere xarakteristikasının xətti olduqda oblasta uyğun gərginliklərdə ölçülmüşdür. Baxılan nümunələrə tətbiiq olunan gərginlik 2,5·10<sup>3</sup>V/m-dən böyük olmamışdır.

Yüksək Om-lu nümunələrdə elektrikkeçiriciliyini tədqiq edən zaman əsas xətlər ölçü sxemində izolyasiyanın qeyri-təkmilliyi və yüksək müqavimət sxeminin müxtəlif hissələri arasında potensiallar fərqi olmasındadır. Göstərilən xətlər sxemdə əsas cərəyanın paylanmasını təhrif edir və yekunda nəticələrin səhv alınmasına səbəb olur.

Yüksək Om-lu nümunələrdə ölçmələrin sızma cərəyanlarını aradan çıxaran xüsusi sxemdə aparılması nəzərdə tutulur[2].

Nümunələrin xüsusi elektrikkeçiriciliyi ölçmələrdən aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\sigma = \frac{i\Delta l}{u_0 a \cdot b} \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$$

Burada i-nümunədən keçən cərəyan, Δl-zonalar arasındakı məsafə, a-nümunənin qalınlığı, b-nümunənin eni, u<sub>0</sub>-nümunədə potensial düşgüsüdür. Xüsusi müqavimətin temperatur asılılığından TlGaSe<sub>2</sub> kristalının qadağan olunmuş zolağının eni hesablanmışdır və müəyyən olunmuşdur ki, "c" optik oxu istiqamətdə qadağan olunmuş zolağın eni 2,0 eV olmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, TlGaSe<sub>2</sub> kristalında "c" optik oxu laylara perpendikulyar istiqamətdə yönəlir.

Bundan başqa elektrikkeçiriciliyin temperatur asılılığı əyrisində iki aşqar səviyyəsi müşahidə olunmuşdur (0,21 eV və 0,51 eV) ölçmələr həmçinin "c" oxuna paralel istiqamətdə aparılmışdır və müəyyən olunmuşdur ki, baxılan istiqamətdə aparılan ölçmələr nəticəsində qadağan olunmuş zolağın eni və aşqar səviyyələrin dərinliyi üçün alınan qiymətlər σ perpendikulyar c istiqamətdə alınan qiymətlərdən fərqlənir.

### **Ədəbiyyat**

1. Гусейнов Г.Д., Абдуллаев Т.Б. Ж.физ.химия, т.47, 2933 (1973).
2. Госанлы Ш.М., Бахышов А.Э., Тасанлы Н.М., Мусаева Л.Т. Схема для измерения электрических параметров высокоомных полупроводников, Уч. зап. АТУ, 1973, N2 с.63-69.

<sup>1</sup> malika.mammadova.97@mail.ru



## SUPERQƏFƏSDƏ ARDICIL GENERASIYANIN KVAZISİNXRONİZM ŞƏRTLƏRİ

**Ə.Y.Əmmayeva<sup>1</sup>, R.C.Qasımova**  
*Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi*

Qeyri - xətti optikanın nailiyyətlərindən biri də fotoelektronikanın inkişafı ilə bağlıdır. Qeyri – xətti optikanın metodları vasitəsilə fotonların hərəkətini izləmək və nəzarət etmək mümkündür. Eyni zamanda fotonlardan informasiya daşıyıcısı kimi istifadə edilməsi, optik informasiya sistemlərində vacib nüanslardan biridir. Burada kütləvi informasiya vasitələrində tezlik çevrilmələri xüsusi yer tutur. Optik super qəfəsdə eyni zamanda bir çox dalğa uzunluqlarında koherent şüalanma generasiyası meydana gələ bilər [1-3] Belə strukturlarda, işıq şüalanması vasitəsilə süni strukturların optik xüsusiyyətlərini dəyişməklə tənzimləmək mümkündür.

İşdə lazer dalğaları arasında ardıcıl kvazisinxron qarşılıqlı təsir öyrənilir və təhlil olunur. İşin birinci mərhələsində üçtezlikli lazer dalğalarını təhlil edərkən aşağıdakı qısaltılmış tənliklərdən istifadə olunmuşdur [3]:

$$\begin{aligned} \frac{dA_1}{dz} + \delta_1 A_1 &= -i\beta_3 g_3^* A_3 A_2^* - i\beta_2 g_2^* A_2 A_1^*, \\ \frac{dA_2}{dz} + \delta_2 A_2 &= -i2\beta_3 g_3^* A_3 A_1^* - i\beta_2 g_2^* A_1^2, \\ \frac{dA_3}{dz} + \delta_3 A_3 &= -i3\beta_3 g_3 A_1 A_2. \end{aligned}$$

Burada  $A_1$ -  $\omega$  tezlikli fundamental dalğanın kompleks amplitududur.  $A_2$ - ikinci harmonik dalğanın kompleks amplitudur,  $A_3$  - üçüncü harmonik dalğanın kompleks amplitudur.  $\beta_{2,3}$  - qeyri-xətti əlaqə əmsallarıdır,  $\sigma_j - \omega_j$  tezliklərinə uyğun olaraq udma əmsallarıdır.

$$\beta_2 = 2\pi\omega_2 |\chi^{(2)}| / c n_2, \quad \beta_3 = 2\pi\omega_3 |\chi^{(2)}| / c n_3,$$

$$g(z) = \sum_{p=-\infty}^{\infty} g_p e^{i2\pi pz/\Lambda} \rightarrow g_{2,3}$$

Mühitin refraktiv indeksi dispersiya ilə əlaqədar olaraq, qarşılıqlı dalğalar müxtəlif faza sürətlərində olurlar. Nəticədə, dalğaların mühitdə yayılmasında dalğalar arasında faza uyğunsuzluğu yaranır ki, bu da tezlik çevrilməsinin səmərəliliyini azaldır. Bu arzuolunmaz faktı aradan qaldırmaq üçün optik qəfəs parametrləri ilə əlaqəli subharmonika üçün kvazisinxron uyğunluq şərtlərini yerinə yetirmək lazımdır. Qeyd etmək lazımdır ki, optik qəfəsdəki parametrlərin hesablanması düzgünlüyü, qeyri-xətti proseslərin səmərəliliyinə təsir göstərir. Xüsusilə, bir superqəfəs yaradılarkən üç optik tezliyin hər birində refraktiv indekslərin qiymətlərinin dəqiqliyinə diqqət yetirilməsi vacib məsələlərdən biridir.

Bu tədqiqatdan öncə kvazisinxronizm şərtləri, sabit amplitud yaxınlaşmasında qeyri-xətti proseslərin təhlili əsasında əldə edilmişdir. Bu şərtlər daha dəqiq sabit intensivlik yaxınlaşmasının [4] nəticələri ilə fərqlənir. Dəyişikliklər, qarşılıqlı dalğaların fazasında meydana gəlir, burada kvadrat kök altında  $2\Gamma^2$ , əlavə parametrin nəzərə alınması vacibdir, harada

$$\Gamma^2 = |g_3|^2 (\Gamma_3^{-2} - 3\Gamma_{13}^2) - |g_2|^2 \Gamma_{12}^2,$$

<sup>1</sup> [afsammayeva@gmail.com](mailto:afsammayeva@gmail.com)

$$\Gamma_{12} = \beta_2 \sqrt{I_{10}}, \Gamma_{13} = \beta_3 \sqrt{I_{10}}, \Gamma_3 = \beta_3 \sqrt{I_{30}}$$

Beləliklə, təqdim olunan işdə qarşılıqlı təsirdəki üç dalğa fazalarının optik superqəfəs boyunca tezlik çevrilmələrinə təsiri araşdırılır. Optik superqəfəsin modulyasiya periodları isə sabit intensivlik yaxınlaşmasında hesablanmışdır.

#### **Ədəbiyyat**

1. O. Pfister, J. S. Wells, L. Hollberg, L. Zink, D. A. Van Baak, M. D. Levenson, W.R. Bozenberg, Continuous-wave frequency tripling and quadrupling by simultaneous three-wave mixings in periodically poled crystals: application to a two-step 1.19-10.71- $\mu$  m frequency bridge. *Opt. Lett.* **22**, 1211-1213 (1997).
2. J. U. Kang, Y. J. Ding, W. K. Burns, J. S. Melinger. Backward second-harmonic generation in periodically poled bulk LiNbO<sub>3</sub>, *Optiks Letters*, **22**(12), 862-864 (1997).
3. R. J. Kasumova N.V. Kerimova, G.A. Safarova. Influence of the phases of waves on the frequency down-conversion in the optikal lattice at sequential interaction. *International Journal of Scientific and Technology Research*, **9**(2) 1477-1481 (2020).
4. Z. H. Tagiev, R. J. Kasumova, R. A. Salmanova, N. V. Kerimova, Constant-intensity approximation in a nonlinear wave theory, *J. Opt. B: Quant. Semiclass. Opt.* **3**, 84-87 (2001).

## A BRIEF THEORY OF THE KINETICS OF DIFFUSION BETWEEN THE SURFACE AND THE VOLUME OF RHENIUM

**S.V.Ganbarova<sup>1</sup>, A.K.Orujov \***  
*Baku State University*  
*Physics faculty, III course*

It is well known that diffusion is irreversible and non-equilibrium process leading to the establishment of the equilibrium distribution of concentrations within the phases and to equalize the chemical potentials of the components of the system. The most important law of diffusion is the law of Fick. The first law of Fick is of the form

$$j = -D\nabla n \quad (1)$$

where  $j$  - diffusive flux,  $D$  - diffusion coefficient,  $\nabla n$  - concentration gradient, "minus" sign means that the flow is directed towards reducing the concentration Fick's second law (for one-dimensional diffusion in the direction of  $x$ )

$$\frac{\partial n}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial n}{\partial x} \right) \quad (2)$$

in the case of the independence of  $D$  of the concentration  $n$ , takes the form

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} \quad (3)$$

The diffusion coefficient  $D$  is the number of the diffusing substance (in mass units) per unit area under a concentration gradient, equal to unity; has dimensions  $\text{cm}^2 / \text{sec}$ . It is determined by properties of the medium, the type of diffusing particles depends on the temperature  $T$  and the diffusion activation energy  $E_a$  in accordance with the Arrhenius equation

$$D = D_0 \exp(-E_a / kT) \quad (4)$$

In this equation,  $D_0$  is numerically equal to the diffusion coefficient at the temperature tends to infinity. In general, the movement of impurity atoms or ions in the crystal lattice is irregular with overcoming the potential energy barriers. The solution of equations (2) and (3) has a different appearance depending on the boundary conditions. In particular, for the diffusion of constant - current source boundary conditions are:

$$n(0, t) = n_0; n(x, 0) = 0 \quad (5)$$

Taking into account that the solution is:

$$n(x, t) = n_0 \left( 1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \quad (6)$$

$$\operatorname{erf} z = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-z^2} dz \quad (7)$$

Where for the Gauss error function (reduced erf - from error function) is used as the designation  $\operatorname{erfc} z = 1 - \operatorname{erf} z$  - complementary error function (error function complement). When the diffusion of atoms of intercalated zones with constant surface concentration of the metal, in our case, the boundary conditions are well satisfied

<sup>1</sup> [sevinjganbarova@gmail.com](mailto:sevinjganbarova@gmail.com)

$$n(0,t) = 0; n(x,0) = n_0 \quad (8)$$

These initial conditions, we obtain an expression for the concentration

$$n(x,t) = n_0 \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \quad (9)$$

Comparing the literature data for different initial conditions of diffusion, we see that to all the end results the solution of Fick's include the magnitude of  $L = \sqrt{Dt}$ , which has the dimension of length and is called diffusion length. The physical meaning of this parameter is the average distance which the diffusing particles are overcome in the direction of alignment of the concentration gradient in a time  $t$ . Not to be confused with the diffusion length of the mean free path of the particle, this is defined as the average distance traveled by the particle between two successive scattering events. If we assume that atoms diffuse in the form of monovalent positive ions from the intercalated area then at thermodynamic equilibrium may be applies relation of Einstein the connecting diffusion coefficient of charged particles and their mobility

$$\mu = \frac{eD}{kT} \quad (10)$$

The Fick's second equation, taking into accounts both diffusion and migration components in the absence of recombination, is as follows:

$$\frac{\partial n}{\partial t} = D \frac{\partial^2 n}{\partial x^2} \pm \mu_{\pm} E \frac{\partial n}{\partial x} \quad (11)$$

Where the sign "-" refers to the case of the positive charges ( with mobility  $\mu_+$  ), and the "+" - for negative (mobility  $\mu_-$  ),  $E$  is the electric field. Varying the formula (1) - (11) can calculate and estimate various parameters of the diffusion. In special experiments had found the activation energy for diffusion  $E$  surface Cs in rhenium. For this case under the graphite monolayer on rhenium formed a two-dimensional layer of cesium intercalated with an initial concentration of  $N$ , and then increased  $T$  and monitored (flash) for the reduction of the concentration of  $N$  due to the diffusion of cesium in the rhenium. It is obvious that the reduction of surface concentration  $C_s$   $dN$  in time  $dt$  associated with diffusion flow  $V$  and average lifetime of adatoms  $C_s$  with respect to dissolution in rhenium  $t_{n1} = t_0 \exp(E_{n1}/(kT))$  with ratio

$$dN = -V dt = -N dt / t_{n1} \quad (12)$$

Integrating the relation (12), we obtain

$$N = N_0 \exp(-t / t_{n1}), \quad (13)$$

where we can find the activation energy of the dissolution of surface measurements in Cs:

$$E_{n1} = kT \ln(t/t_0 \ln(N_0/N)) \quad (14)$$

It was found that  $E_{n1} = 5,65 \pm 0,05 \text{ eV}$ .

## References

1. Orudjov A.K. The diffusion of potassium atoms in the rhenium-coated two-dimensional graphite film. *The Physics of Metals and Metallography*, 2013, Volume 114, № 1, p. 1-6
2. Bockstein B.S, Jaroslavtsev A.B. *The diffusion of atoms and ions in solids*: - M: MISA, 2005.p. 362.

## MÜSTƏVİ DİODUN FƏZA YÜKLƏRİ OBLASTINDA VOLT-AMPER XARAKTERİSTİKASI

**H.S.Məmmədov<sup>1</sup>, A.K.Orucov**  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, III kurs*

Katodu közərtdikdə onun ətrafında mənfi fəza yükləri (elektron buludu) yaranacaq və sürətləndirici elektrik sahəsində anoda doğru hərəkət edən elektron seli fəza yükləri ilə məhdudlanmış həcmdən keçəcəkdir. Baxılan hal üçün  $E_{ii}=E_3=0$ ,  $E=E_x=-\frac{d\phi}{dx}$  olduğundan Puasson tənliyi

$$\frac{d^2\phi}{dx^2} = -4\pi\rho \quad (1)$$

olar. Harada ki,  $\phi$  x koordinatlı müstəvinin potensialı,  $\rho$  fəza yüklərinin həcmi sıxlığıdır. Kəsilməzlik tənliyi

$$j = env = const \quad (2)$$

olar. Emissiya etmiş elektronların başlanğıc sürətlərini nəzərə almasaq, işlə enerji arasındakı əlaqə düsturuna görə

$$\frac{mv^2}{2} = e(\phi - \phi_k) \quad (3)$$

yaza bilərik. Katodun potensialı  $\phi_k = const$  olduğundan Puasson tənliyində  $\phi$ -ni  $\phi - \phi_k$  ilə əvəz etmək olar. Onda

$$\frac{d^2(\phi - \phi_k)}{dx^2} = -4\pi\rho \quad (4)$$

alırıq.  $\phi - \phi_k = U$  və  $\rho = -en$  olduğunu nəzərə alıb (2) və (3) tənliklərinin köməyi ilə (4)-dən

$$\frac{d^2U}{dx^2} = \frac{4\pi j}{\sqrt{2\frac{e}{m}}} U^{-\frac{1}{2}} \quad (5)$$

alırıq. (5) tənliyini hər iki tərəfdən  $2\frac{dU}{dx}$  həddinə vuraraq onu

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{dU}{dx}\right)^2 = A\frac{d}{dx}(U^{1/2}) \quad (6)$$

şəklində yaza bilərik. Harada ki,  $A = \frac{16\pi j}{\sqrt{2\frac{e}{m}}}$  işarə edilmişdir. (6) tənliyini inteqrallasaq

$$\left(\frac{dU}{dx}\right)_x^2 - \left(\frac{dU}{dx}\right)_0^2 = A(U_x^{1/2} - U_0^{1/2}) \quad (7)$$

alırıq.

<sup>1</sup> [huseynmammedov.461@gmail.com](mailto:huseynmammedov.461@gmail.com)

Katodun səthində ( $x=0$ ) elektrik sahəsinin intensivliyi olan  $\left(\frac{dU}{dx}\right)_0 = 0$

olmalıdır. Doğrudan da bu hədd müsbət olsa idi, istənilən kiçik gərginlikdə cərəyan sonsuz böyük olar (doyma cərəyanı), bu hədd mənfi olsa idi, onda heç bir gərginlikdə katoddan bir dənə də elektron çıxma bilməzdi. Ona görə  $|dU/dx|_0 = 0$  olmalıdır.

$U = \phi - \phi_k$  olduğundan  $U|_{x=0} = 0$  olmalıdır. Bu sərhəd şərtlərini (7)-də nəzərə alsaq

$$\frac{dU}{dx} = \sqrt{AU}^{1/4} \quad (8)$$

olar. (8) tənliyini inteqrallasaq

$$U^{3/4} = \frac{3}{4} \sqrt{A} \cdot x \quad (9)$$

alarıq. (9) tənliyində A sabitinin qiymətini yerinə yazıb sadə cəbri çevrilmələrdən sonra

$$j = \frac{1}{9\pi} \sqrt{2 \frac{e}{m}} \cdot \frac{U^{3/2}}{x^2} \quad (10)$$

alarıq. (10) ifadəsində  $x=d-y$ ə uyğun gərginliyi U ilə işarə edərək və alınmış ifadəni  $J=j \cdot s$  düsturunda yerinə yazaraq

$$J = cU^{3/2} \quad (11)$$

alarıq. Harada ki,  $c = \frac{s}{9\pi d^2} \sqrt{2 \frac{e}{m}} = const$  işarə edilmişdir və s – katodun səthinin sahəsidir.

(11) fəza yükləri oblastında diod lampasında anod cərəyanının anod gərginliyindən asılılığını ifadə edir və ona Boquslavski – Lenqümür düsturu və ya 3/2 qanun deyilir.

Gərginliyin, elektrik sahəsinin intensivliyinin və yüklərin həcmi sıxlığının koordinatdan asılılığını tapmaq. (10) ifadəsini 2/3 dərəcədən qüvvətə yüksəldərək

$$U = (9\pi j)^{2/3} \cdot \left(\frac{m}{2e}\right)^{1/3} \cdot x^{4/3} = const \cdot x^{4/3} \quad (12)$$

(12) ifadəsindən  $x$ -ə görə törəmə alaraq

$$E = -\frac{dU}{dx} = -\frac{4}{3} (9\pi j)^{2/3} \cdot \left(\frac{m}{2e}\right)^{1/3} \cdot x^{1/3} = const \cdot x^{1/3} \quad (13)$$

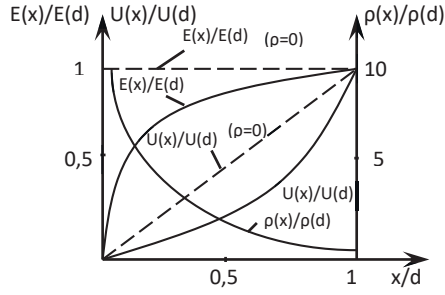
və (12)-ni Puasson tənliyində yerinə yazaraq

$$\rho = -\left(\frac{m}{2e}\right)^{1/3} \cdot \left(\frac{1}{9\pi}\right)^{1/3} \cdot j^{2/3} \cdot x^{-2/3} = const \cdot x^{-2/3} \quad (14)$$

alarıq. (12) – (14) ifadələrinə əsasən şəkil 1-də nisbi vahidlərdə intensivliyin, potensialın və fəza yüklərinin həcmi sıxlığının məsafədən asılılığı qrafikləri göstərilmişdir. (12) və (13) ifadələrində  $x=d$  yazaraq

$$E_a = \frac{4}{3} \cdot \frac{U_a}{d} = 1,33E_0 \quad (15)$$

alarıq.



Şək. 1

Gərginliyin (12) ifadəsinə görə təyini istənilən  $U$ -da doyma cərəyanına gətirərdi. Bu onunla əlaqədardır ki, başlanğıc şərti  $x=0$ -da,  $v=0$  olması ancaq  $\rho=\infty$  olduqda ödənilə bilər. Doğrudan da cərəyan sıxlığının  $j=env=-\rho v$  ifadəsindən görüldüyü kimi,  $v=0$  olması üçün  $\rho=\infty$  olmalıdır. Praktiki olaraq kifayət qədər böyük  $\rho$  üçün  $v=0$  şərtini qəbul etmək olar. Elektronların başlanğıc sürətlərinin nəzərə alınması ona gətirir ki, katodun səthi yaxınlığında potensial minimumdan keçib artır. Aydınır ki, elə elektronlar katod yaxınlığındakı mənfə fəza yükləri oblastına keçə biləcək ki, onların başlanğıc enerjisi  $\left|mv_0^2\right|_2 \geq eU_{\min}$  şərtini ödəsin. Bu halda volt-ampere xarakteristikası üçün mürəkkəb asılılıq alınmasına baxmayaraq kifayət qədər böyük cərəyanlar üçün  $3/2$  qanununun doğruluğunu qəbul etmək olar.

#### Ədəbiyyat

1. Kalaşnikov Q.S. Elektrik bəhsi. Elektrik sahəsi və maqnit sahəsi, Bakı, 2015, 340 s.
2. Д.В.Сивухин, Общий Курс Физики, том III, электричество, М., 1977, 688 с.

## **A<sup>2</sup>B<sup>6</sup> BİRLƏŞMƏLƏRİNİN NANOÖLÇÜLÜ TƏBƏQƏLƏRİNİN FOTOELEKTRİK VƏ FOTOLYUMİNESSENSİYA XASSƏLƏRİ**

**Ş.Ş.Əliyeva<sup>1</sup>, S.Ə.Cahangirova\***  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)*

*Bu gün nanozərrəciklərin sintezinin bir çox metodu bizə məlumdur, amma nanostrukturun davamlı və sabit yaradılmasının metodikasının reallaşdırılmasıyla bağlı çoxlu problemlər yaranır. Nanozərrəciklərin optik xarakteristikalarına nanozərrəciklərin səth vəziyyətinin dəyişikliklərinin təsirinin öyrənilməsi üçün, sintez etdiyimiz A<sup>2</sup>B<sup>6</sup> tip birləşmələrinin nanozərrəciklərinin lüminessensiyalarını tədqiq etmişik.*

Yaxşı məlumdur ki, nanozərrəciklərin sintezi üsulları və şərtləri həm hissəciklərin ölçülərinə, həm də onların xüsusiyyətlərinə böyük təsir göstərir. İdeal halda sintez metodları yüksək təmizliyə, səthin verilmiş morfologiyasına, yüksək sabitliyə və bir-birindən az fərqlənən ölçülərə malik kristallik nanozərrəciklərin alınmasına gətirilməlidir. Bu materialların unikal xüsusiyyətləri, qadağan edilmiş zonanın eninin idarə oluna bilməsi və lüminessensiyanın dalğa uzunluğunun yerdəyişmə imkanları onların tətbiqini olduqca perspektivli edir.

İndiki zamanda elmi-tədqiqat işlərində nanostrukturaların və nanokristalların fiziki xassələrinin öyrənilməsinə böyük diqqət ayrılır. Nanokristalların optik xassələrinin öyrənilməsi xüsusi maraq kəsb edir. Optik udulma spektrindən nanokristalların həm ölçüsünü, həm də qadağan olunmuş zonanın kənarı yaxınlığında kvant keçidlərinin enerjisini qiymətləndirmək olar. Aparılmış tədqiqatların nəticəsi onu göstərir ki, bu nanokristallar kifayət qədər lüminessensiyanın yüksək kvant çıxışına malikdirlər. Ona görə də belə strukturların həm optoelektronikanın elementlərində, həm də idarə olunan dalğa uzunluğuna malik şüalandırıcılarda tətbiqi real perspektivə malikdir.

Bu işdə biz müşahidə olunan lüminessensiya zolaqlarının təbiəti haqqında suallara cavab tapmağa çalışmışıq. Lüminessensiyanın hansı zolağı məxsusi deffektlər, hansı zolağı aşqar defektlər hesabına yaranır? Nanokristalların formalaşmasının hansı mərhələsində bu defektlər əmələ gəlir? Lüminessensiya mərkəzlərinin fiziki təbiəti necədir və lüminessensiyanın kvant çıxışına nə təsir edir?

Bu suallara cavablar nanokristallarda şüa buraxan rekombinasiya mərkəzlərinin yaranması proseslərinin və onların fiziki təbiətinin anlaşılmasına imkan yaradacaq, həmçinin belə strukturlarda lüminessensiya spektrini və onun kvant çıxışını idarə etməyə imkan verəcəklər.

Qeyd etmək lazımdır ki, nanozərrəciklərin lüminessensiya xüsusiyyətləri onların səthinin vəziyyətindən güclü asılıdır. Bu ilk növbədə onunla bağlıdır ki, yarımkəçirici nanozərrəciklərin lüminessensiyasının intensivliyi həyəcanlanma enerjisinin lüminessensiya mərkəzlərinə ötürülməsi prosesləri ilə şərtlənir. Bu halda həmçinin ətraf mühitə nanozərrəciyin səthindən bu enerjinin yayılması prosesi mümkündür. Nəticədə lüminessensiyanın tam yox olana qədər sönməsi baş verir, həmçinin onun spektral xarakteristikaları təhrif olunur. Bu effektlərin azaldılması üçün səth vəziyyətini sabitləşdirməyə, həmçinin nanozərrəciklərin səthini daha böyük qadağan edilmiş

<sup>1</sup> *shahnise.eliyeva@mail.ru*



zonaya malik dielektriklə ötürməyə çalışırlar. Ona görə ki, nanozərrəciklər üçün inkişaf etmiş səthin mövcudluğu tipikdir, yəni sahənin həcmə nisbəti yüksək olduqda bu proses böyük ehtimala malikdir. Belə strukturların ən əhəmiyyətli xüsusiyyətlərindən biri – nüvənin və qabığı materiallarının arasında yükdaşıyıcıların bölüşdürülməsi imkanındır.

Beləliklə, nanozərrəciklərin udma spektrləri, səpilmələri, lüminessensiyaları bir sıra amillərdən asılıdır: nanozərrəciklərin ölçüləri, tərkibi və strukturundan, mühitlə səthin qarşılıqlı təsirindən. Bundan başqa, hissəciklərin öz aralarındakı qarşılıqlı təsiri böyük əhəmiyyətə malikdir. Yarımkeçirici nanozərrəciklərin qarşılıqlı təsiri enerjinin elektron və ya rezonans daşınması yolu ilə ola bilər. Nəticədə fotolüminessensiya zolağının qırmızı dalğa uzunluğu tərəfə sürüşməsi, həmçinin fotolüminessensiyanın yatırılması baş verir.

$A^2B^6$  tip birləşmələrinin nanozərrəciklərinin Lüminessensiya xassələri zaman-zaman tədqiqatçıların diqqətini cəlb etmiş və tədqiq olunmuşlar.

### **Ədəbiyyat**

1. A.S.Abdinov, M.A.Jafarov, S.M.Mamedova, *Inorganic Materials*, v.43, №3. pp.311-313 (2007)
2. A.S.Abdinov, M.A.Jafarov, E.F.Nasirov. *TPE-2006*, pp.124-127. Ankara, Turkey (2006).
3. Hao Lin, Wei Xia, Hsiang N. Wu and Ching W. Tang, *Appl. Phys. Lett.* 97, 123504 (2010);

## **QRAFİT ANODUN PLAZMA SELİNİN TƏSİRİ NƏTİCƏSİNDƏ DAĞILMASI**

**G.Ə.Babayeva<sup>1</sup>, B.B.Davudov \***  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi II kurs (magistrant)*

*Bu işdə impuls plazma buxarlandırıcılarında qrafitdən hazırlanmış anodun səthinin eroziyası prosesinə baxılır. Burada hələ bir sıra fiziki proseslər, o cümlədən onların elektrodlarının eroziyası və boşalma aralığında yerləşdirilən dielektriklərin dağılması mükəmməl öyrənilməlidir. Bu iş impuls plazma buxarlandırıcısında qrafitdən hazırlanmış anodun eroziyası proseslərinin öyrənilməsinə həsr olunmuşdur. Elektrodu boşalmaya qədər və boşalmadan sonra dəqiq tərzidə çəkməklə eroziya olunan kütləni tapmaq olar.*

Yeni mikroelektron cihazların yaradılması və təkmilləşdirilməsi ilə əlaqədar olaraq son illərdə daha progressiv texnoloji metodların işlənilib hazırlanması vacib məsələlərdən biridir. Nazik təbəqələri almaq üçün istifadə olunan üsullar içərisində impuls plazma buxarlandırıcısı vasitəsilə təbəqələrin alınması xüsusi yer tutur.

İmpuls plazma buxarlandırıcılarında alınan plazma selinin böyük sürəti nazik təbəqələrin adgeziya xassələrini yüksəldir, böyük sıxlıq isə prosesin yüksək məhsuldarlığını təmin edir. Qeyd etmək lazımdır ki, təbəqəni əmələ gətirən maddənin atom və molekullarının plazmada ionlaşması, nazik təbəqələrin əmələ gəlməsinə müsbət təsir edir, onun adgeziyasını yüksəldir və kifayət qədər nazik qalınlıqlı bütöv təbəqələr almağa imkan verir, mürəkkəb birləşmənin əvvəlki quruluşunu saxlamağı təmin edir. Hazırda nazik təbəqələrin alınmasında impuls plazma texnologiyası öz ilk addımlarını atır.

İmpuls rejimində işləyən plazma buxarlandırıcılarında olan kifayət qədər böyük cərəyanların (bir neçə min amper) təsiri nəticəsində onların elektrodları eroziyaya uğrayır və boşalma fəzasına buxar halında atılır. Çox vaxt elektroddan buxarlanan kütlənin miqdarını bilmək lazım gəlir. Təbiidir ki, elektrodun vahid səthindən buxarlanan maddənin miqdarı boşalma aralığında olan cərəyanla və onun davam etmə müddəti ilə mütənəsbidir.

$$m(t)=B\int_0^t I^2(t)dt$$

Burada B - elektrod materialından və onların konfigurasiyasından asılı olan sabit əmsəldir.

Deməli, vahid zamanda vahid səth buxarlanan kütlənin sürəti elektrodun səth temperaturundan asılı olar.

Elektrodun səth temperaturunu isə

$$T_s = q_{ef}(t) / c\rho h$$

ifadəsindən təyin etmək olar.  $q_{ef}(t)$  - elektrodun səthinə düşən effektiv istilik selidir.

### **Ədəbiyyat**

1. Davudov B.B., Məmmədov N.Ə. İmpuls plazma buxarlandırma üsulu ilə kəmet təbəqələrin alınması// Bakı Universitetinin Xəbərləri. Fizika, riyaziyyat elmləri seriyası, 2009, s. 173-177.
2. Davudov B.B., Nağıyev T.Q. Böyük sürətli plazma selinin kondensasiyası// AMEA, Fizika jurnalı. Bakı: Elm, 2009, c. XV, s. 50-51.
3. Dneprovskiy V.G., Osadin B.A., Rusakov N.V., JTF., 44,435,1974.

<sup>1</sup> gulka.bevaa@mail.ru

## **AgGaS<sub>2</sub> BİRLƏŞMƏSİNİN NAZİK TƏBƏQƏSİNDƏ HƏCMİ YÜKLƏRLƏ MƏHDUDLANAN CƏRƏYANIN TƏDQIQI**

**X.Z.Mehtiyeva<sup>1</sup>, A.Ç.Məmmədova\***  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)*

*AgGaS<sub>2</sub>, üçqat tərkibli birləşmənin vakuumda 10<sup>-4</sup>Pa təzyiq altında və 1,5nm/san sürətlə NaCl, KCl, NaBr altlıqlarının üzərinə buxarlandırılması zamanı otaq temperaturunda qiymətləri  $S = 4n \sin \theta / \lambda = 23,30; 35,50; 45,20 \text{ nm}^{-1}$  olan AgGaS<sub>2</sub> nazik amorf təbəqəsi alınmış və elektrik xassələri tədqiq edilmişdir.*

Araşdırmalarımız nəticəsində məlum olmuşdur ki, müasir texnikanın bir sıra problemlərinin həllini verən A<sup>I</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>VI</sup> qrupuna daxil olan bir çox kimyəvi birləşmələr mövcuddur. Burada AgGaS<sub>2</sub> və AgGaSe<sub>2</sub>, nazik təbəqələri özlərinin unikal fiziki xassələrinə görə xüsusi maraq kəsb edir. Yaxın və orta infraqırmızı diapazonlu qeyri-xətti optika üçün AgGaS<sub>2</sub>(Se<sub>2</sub>) üçqat yarımkeçirici birləşmələri yüksək qeyri-xəttilik əmsalına malik olub, güclü ikiqat şüa sındırıcılarıdır. Həmçinin şəffaflıqları geniş diapazonludur və onlar izotrop nöqtənin olması ilə xarakterizə olunurlar. Bu da kristalların təbəqə halında spektrin görünən və yaxın infraqırmızı diapazonunda dar zolaqlı süzğəclər kimi istifadəsinə imkan verir [1,2]

Ag-Ga-S sisteminin komponentlərinin ardıcıl və eyni zamanda buxarlandırılması nəticəsində kondensasiya müstəvisi üzərində tərkibinə və quruluşuna görə fərqlənən Ag<sub>2</sub>S, GaS, Ga<sub>2</sub>S, Ga<sub>2</sub>S<sub>3</sub> və AgGaS<sub>2</sub> kimi beş fazanın yaranması müşahidə edilmişdir. Ag<sub>2</sub>S istisna olmaqla, bütün əmələ gələn təbəqələr otaq temperaturunda amorf durlar. Ag<sub>2</sub>S birləşməsi isə polikristal halındadır. Kondensasiya müstəvisinin geniş hissəsində yaranan AgGaS<sub>2</sub> tərkibli üçqat birləşmənin amorf təbəqəsi periodu  $a=0,574\text{nm}$ ,  $c=1,02 \text{ nm}$  olan tetroqonal sinqoniyada kristallaşır, kristallar  $1\bar{4}2d$  ( $D_{2d}^{12}$ ) fəza simmetriya qrupu ilə təsvir olunur. Komponentlərin həm ardıcıl, həm də eyni zamanda çökdürülməsindən yaranan birləşmələrin paylanma intervalı əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənmirlər.

**Nəticə.** AgGaS<sub>2</sub>, birləşməsinin elektrik xassələri araşdırılmış və həmin nazik təbəqələrdə həcmi yüklərlə məhdudlanmış cərəyan tədqiq edilmişdir. Lokal səviyyələrin öyrənilməsi, yəni onların dərinliyini, yükdaşıyıcıların konsentrasiyasını və digər parametrlərini təyin etmək mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Bu parametrləri təyin etmək müxtəlif temperaturlarda qararıqlıq və işıq VAX ölçülmüşdür. VAX- da xətti, kvadratik kəskin artma və ikinci kvadratik oblast olması həcmi yüklərlə məhdudlanmış cərəyan rejiminin olduğunu göstərmişdir.

### **Ədəbiyyat**

1. Боднар И.В, Орлова Н.С, Кочкарки О.Е Рентгенографическое исследования влияния давления на структуры и характеристики упругости кристаллов системы AgGaS<sub>2</sub>-AgGaSe<sub>2</sub> // Неорганические материалы, 2001, т.37.
2. Атуцин В, Гаврилова Т, Покровский Л, Кох К. Микроструктура кристаллов AgGaS<sub>2</sub> // Тезисы VII Межд. Конф. «Импульсные лазеры на переходах атомов и молекул», 2007, с.37 Томск.  
Исмаилов Д.И, Мамедова А.Ч, Фазовые равновесия в тонких пленках системы Ag-Ga-S, кинетические параметры кристаллизации AgGaS<sub>2</sub> // Неорганические материалы, 2008, т.44, №8, с.911-914

<sup>1</sup> Mehtiyeva96@bk.ru

## **PVDF+CdS/ZnS ƏSASLI POLİMER NANOKOMPOZİTLƏRİN FOTOLÜMINESSENSİYA XASSƏLƏRİ**

**N.Ə.Məmmədova<sup>1</sup>, F.V.Hacıyeva \***  
***Bakı Dövlət Universiteti***  
***Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)***

Son illərin tədqiqatları göstərir ki, metal sulfidlərin əsasında hazırlanmış polimer hibrid nanokompozit materiallar elektrik və optik xassələr baxımından elektronikada, günəş batareyalarında, çeviricilər texnikasında və sair sahələrdə geniş tətbiq imkanlarına malikdirlər. Həmçinin yeni ədəbiyyat məlumatlarından da məlum olur ki, ZnS və CdS əsasında sintez olunan nanokristallar, nanostrukturular və nazik təbəqələr günəş elementlərində, yaxın infraqırmızı detektorların, bioloji markerlərin, nazik təbəqəli tranzistorların, lazerlərin v.s qurğuların hazırlanmasında böyük tətbiq imkanlarına malikdir. Elmi ədəbiyyatdan məlumdur ki, həcmi ZnS kristalı (3,65 eV) və CdS (2.42 eV) geniş zolaqlı yarımkeçirici materiallardır. Termoplastik polimerlər və CdS/ZnS nanohissəcikləri əsasında yeni hibrid polimer nanokompozit quruluşların alınması geniş spektral oblasta malik yeni luminescent təbəqələrin alınması baxımından aktual məsələ hesab olunur. Verilən işdə termopolyarık polimer olan polivinilidenflüorid polimeri (PVDF) və ZnS və CdS nanohissəcikləri əsasında PVDF+CdS/ZnS hibrid nanokompozit materialların sintezi aparılmış, quruluşu və optik xassələri tədqiq edilmişdir. Eyni zamanda PVDF+CdS/ZnS hibrid nanokompozit materillərin qadağan olunmuş zonasının eni UV-absorbsiya spektrlərinə əsasən ekstrapolyasiya üsulu ilə hesablanmış və müqayisəli analizi aparılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki PVDF+1%CdS/ZnS nanokompoziti üçün qadağan olunmuş zonanın eni 5,3 eV, PVDF+3%CdS/ZnS üçün 5,2 eV, PVDF+5%CdS/ZnS hibrid nanokompoziti üçün 4,6 eV təşkil edir. Müəyyən olunmuşdur ki, CdS və ZnS hissəciklərin PVDF polimerində miqdarı artdıqca qadağan olunmuş zonanın eni azalır. Sintez olunmuş PVDF+CdS/ZnS hibrid nanokompozit materillərin fotolüminessensiya xassələri tədqiq edilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, PVDF+CdS/ZnS əsaslı hibrid nanokompozitləri görünən spektral oblastda geniş lüminessensiya spektrinə malikdir. PVDF+CdS/ZnS əsaslı hibrid nanokompozitlərin fotolüminessensiya spektrləri 375 nm dalğa uzunluğu ilə şüalandırma nəticəsində alınmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, fotolüminessensiya spektrindəki 458 nm, 485 nm, 511 nm, 528 nm, 542 nm, 567 nm, 573 nm və 605 nm dalğa uzunluğundakı maksimumlar PVDF+CdS/ZnS nanokompozitinə məxsus lüminessensiya pikləridir. Beləliklə, müəyyən olunmuşdur ki, PVDF+CdS/ZnS əsaslı hibrid nanokompozit materiallar geniş dalğa uzunluğu diapazonunda lüminessensiya edə bilər, bu işə bu nanokompozitləri elastik fotorezistorlar, günəş batareyaları, displeylər, çeviricilər kimi istifadəsində geniş perspektivlər açar bilər.

### **Ədəbiyyat**

1. Novruzova A.A., Ramazanov M.A., Chianese A., Hacıyeva F.V., Maharramov A.M., Hasanova U.A. Synthesis, structure and Optikal Properties of PP+PbS/CdS Hybrid Nanocomposites Chemical Engineering Transactions volume 60,2017, p.61-66
2. Ramazanov M.A., Maharramov A.M., Chianese A., Novruzova A.A., Maharramova G.Y. The effect of electric discharge treatment on the optikal properties of hybrid PP/PbS/CdS nanocomposites Journal of Ovonic Research Volume 14, Issue 2, p.113-117

<sup>1</sup> [narmin.mammadova\\_95@mail.ru](mailto:narmin.mammadova_95@mail.ru)

# İFRAT İNCƏ QARŞILIQLI TƏSİRİN AŞAĞI TEMPERATURLARDA VƏ KONSENTRASİYALARDA YARIMMAQNİT YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ NÜVƏ MAQNİT REZONANSINA TƏSİRİ

A.C.Məmmədzađe<sup>1</sup>, M.N.Əliyev \*  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)*

*Tədqiqatda yarımmaqnit yarımkeçiricilərdə ifrat incə qarşılıqlı təsirin aşağı temperatur və konsentrasiyalarda nüvə maqnit rezonans xəttinin eninə və sürüşməsinə verdiyi pay analitik Qrin funksiyası metodu ilə hesablanmışdır.*

Bərk cisimlər fizikasında geniş praktiki tətbiqinə və nəzəri araşdırmalardakı önəminə görə, yarımmaqnit yarımkeçiricilər [1] (YY) xüsusi yer tuturlar. Nüvə Maqnit Rezonans metodu [2] (NMR) YY-i mikroskopik səviyyədə tədqiq etməyə imkan verir.

Qeyd etmək lazımdır ki, bir çox qarşılıqlı təsirlərin mövcud olduğu mürəkkəb sistemlərin nəzəri tədqiqi zamanı ən uyğun və məhsuldar metod kimi ikizamanlı analitik Qrin Funksiyası metodu [3] (QF) qəbul edilmişdir. Təqdim olunan araşdırmada YY-də aşağı temperatur və konsentrasiyalarda mövcud olan ifrat incə qarşılıqlı təsir nəzərə alınmaqla Nüvə Maqnit Rezonansının eni  $\Delta$  və sürüşməsi  $\delta$  hesablanmışdır.

QF metodu formalizminə əsaslanaraq NMR tədqiqi ikizamanlı analitik nüvə spin QF

$$\langle\langle I_e^-(t)|I_{e'}(t') \rangle\rangle \quad (1)$$

vasitəsilə aparılmışdır. (1) ifadəsində  $I^-, I^+$  operatorları, alçaldan və yüksəldən nüvə spin operatorlarıdır. YY sisteminin Hamiltonianı aşağıdakı şəkildədir:

$$H = H_0 + H_{intr} \quad (2)$$

(2) ifadəsində  $H_0$  qarşılıqlı təsirdə olmayan sistemin Hamiltonianı,  $H_{intr}$  isə qarşılıqlı təsir Hamiltonianıdır.

QF (1) üçün (2) Hamiltonianının aşkar şəklini nəzərə alaraq hərəkət tənliyini aşağıdakı şəkildə alırıq:

$$(E - \omega_n) \langle\langle I_e^-(t)|I_{e'}(t') \rangle\rangle = -\delta_{ee'} + \frac{1}{2\hbar} \sum_i A_{ie} \langle\langle S_i^z I_e^- | I_{e'}^+ \rangle\rangle - \frac{1}{\hbar} \sum_i C_{ie} \langle\langle S_i^z I_e^z | I_{e'}^+ \rangle\rangle + \frac{1}{\hbar} \sum_j \epsilon_{je} \langle\langle I_j^z I_e^- | I_{e'}^+ \rangle\rangle + \frac{1}{\hbar} G \langle\langle G^z (R_e) I_e^- | I_{e'}^+ \rangle\rangle \quad (3)$$

(3) tənliyi başlanğıc (1) QF-nın daha yüksək rəngli dörd yeni QF ilə başladığını göstərir. (3) ifadəsində  $\omega_n$ - nüvə rezonans tezliyi,  $A_{ie}$ ;  $\epsilon_{je}$ ;  $C_{ie}$ ;  $G$ - ifrat incə təsir əmsallarıdır. Məsələnin korrekt həlli üçün (3) tənliyinin mümkün olduqca dəqiq həllini tapmaq lazımdır. (3) tənliyindəki QF-ları zəncirinin qaba şəkildə qoparılması sistemdə baş verən vacib effektlərin itirilməsinə səbəb olur. Bu tip aşağı və yüksək rəngli QF-larının bağlı olduğu tənliyi QF-ları üçün qeyri-standart həyəcənlaşma metodu [4] vasitəsilə həll edərək NMR əyrisinin eni  $\Delta$  və sürüşməsi  $\delta$  üçün aşağıdakı ifadələri alırıq:

$$\Delta = \frac{1}{2} (\gamma_{SI} + \gamma_{\delta I} + \gamma_{\delta S} + \gamma_{II}) \quad (4)$$

$$\delta = \frac{A}{\hbar} \quad (5)$$

(4) ifadəsindəki  $\gamma_{SI}$ ;  $\gamma_{\delta I}$ ;  $\gamma_{\delta S}$ ;  $\gamma_{II}$  uyğun olaraq  $H_{SI}$ ;  $H_{\delta I}$ ;  $H_{\delta S}$ ;  $H_{II}$  Hamiltonianlarının təsirləri altında baş verən spin keçidlərinin ehtimallarıdır. (4) ifadəsindən görünür ki,

<sup>1</sup> memmedzade.aygun98@mail.ru

YY-də aşağı temperatur və konsentrasiyalarda ifrat incə qarşılıqlı təsirlər rezonans xəttinin eninə additiv pay verirlər. (5) ifadəsindən görürük ki, rezonans xəttinin spin nüvə ifrat incə qarşılıqlı təsiri sürüşdürür. (5) ifadəsində A kəmiyyəti spin-nüvə qarşılıqlı təsir əmsəlidir.

#### **Ədəbiyyat**

1. J.K.Furdyna, Diluted magnetic semiconductors J.App.Phys.64(4)1988.29-65
2. A.Abragam, The principles of nuclear magnetism the international series of monographs on Physics (2010),618
3. S.V.Tyablikov, Methods in the quantum theory of magnetism. Plenum Press New York (1967)361.
4. Алиев М.Н. Изв. Вузов. сер.физика 8,126,1978

## **Dy ELEMENT ATOMLARININ HALKOGENİD ƏSASLI TlInSe<sub>2</sub> BƏRK MƏHLUL KRİSTALININ ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNƏ TƏSİRİ**

**N.F.Davudova<sup>1</sup>, Y.Q.Nurullayev \***  
**Bakı Dövlət Universiteti**  
**Fizika Fakültəsi, I kurs (magistr)**

*A<sup>III</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>VI</sup> tip birləşmələr sinfinə daxil olan, TlInSe<sub>2</sub> bərk məhlul kristalı maraqlı xassələrə malik, geniş praktiki əhəmiyyəti olan birləşmələrdən biridir. Defektli quruluşa malik bu tip birləşmələrdə elektron xassələri cüt olmayan valent elektronları hesabına yaranır. A<sup>III</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>VI</sup> tipli TlInSe<sub>2</sub> bərk məhlul birləşməsində “c” oxuna nəzərən müxtəlif istiqamətlərdə defektlərin konsentrasiyasının fərqli paylanması bu kristallarda anizotropluğu yaranmasına səbəb olur.*

Hazırda geniş tədqiqat obyektinə çevrilmiş praktik əhəmiyyətli yarımkeçirici materiallardan bir qrupu da laylı quruluşa malik A<sup>III</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>VI</sup> tipli yarımkeçirici birləşmələridir. A<sup>III</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>VI</sup> tipli birləşmələr laylı kristallar olub zəncirvari quruluşlu qəfəsdə kristallaşırlar. Bu birləşmələrdə halkogenid atomlarının xarici elektron təbəqəsi Tl0un 6p<sup>1</sup>, indiumun 5c<sup>2</sup>5p<sup>1</sup> və lantanoidlərin 5d<sup>1</sup>5c<sup>2</sup> – elektronları hesabına tamamlanır. Ədəbiyyatdan [1] məlumdur ki, zəncirvari quruluşa malik A<sup>III</sup>B<sup>III</sup>C<sub>2</sub><sup>VI</sup> tipli TlInSe<sub>2</sub> monokristalların elektrik, fotoelektrik, optik və dielektrik xassələri kristal qəfəsin periodikliyi pozan və atomların yerləşməsində lokal dəyişmələr yaranan defektlərin konsentrasiyasından kəskin asılıdır. Belə defektlərin kristal qəfəsində sərbəst və xaosik paylanması və onların konsentrasiyasının geniş intervalda xarici təsirlərin köməyi ilə dəyişməsi (temperatur, işıq, ionlaşdırıcı şüalar) bu kristallarda yeni fiziki xassələrin yaranmasına səbəb olur. Müxtəlif kimyəvi tərkibə malik olan bu tip birləşmələr fərqli modifikasiyalarda mövcud olur və onlar quruluş və simmetriyaya görə bir-birindən fərqlənirlər. Hər bir modifikasiyanın fiziki xassələri isə, alınma texnologiyasından, maddələrin kimyəvi təmizlik dərəcəsindən və tərkibə daxil edilən aşqarların, kənar atomların kimyəvi təbiətindən asılıdır.

Tərkibdə lantanoid atomlarının nisbi miqdarının artması ilə elementar qəfəs parametrləri müəyyən həddə qədər xətti böyüyür. Bu da lantanoid atomlarının (Dy, Eu) ion radiusunun indiumun ion radiusuna nisbətən daha böyük olması ilə bağlıdır. Alınmış tərkibdə ilkin komponent TlInSe<sub>2</sub> birləşməsinə uyğun tetraqonal sinqoniya saxlanılır və elementar qəfəsdə atomların sayı dəyişmir.

Keçiriciliyin temperatur asılılığının meyillərinə görə uyğun tərkib üçün aktivləşmə eneji müəyyən olunmuş və tərkibdən asılı olaraq TlInSe<sub>2</sub> üçün  $\Delta\varepsilon \approx 2,10 \text{ eV}$ , TlIn<sub>0,95</sub>Dy<sub>0,05</sub>Se<sub>2</sub> üçün 1,95 eV qiymətlər alınmışdır.

Alınan nəticələrə əsasən demək olar ki, yükdaşıyıcılar əsasən akustik fononlardan səpilir. Tədqiqat temperatur intervalında yürüklüyün temperatur asılılığı  $\mu \sim T^{3/2}$  qanunu ilə dəyişir, bu isə yükdaşıyıcıların uzundalğalı akustik fononlardan səpilməsinə uyğun gəlir. Temperaturunun 100-450 K intervalında müşahirə olunan keçidlər qadağan olunmuş zonada yerləşən aşqar səviyyələrdən baş verir. Müəyyən temperaturdan sonra bu səviyyədə olan keçidlər “tükənir”. Yenidən keçidlərin baş verməsi üçün daha böyük enerji, yüksək temperatur tələb olunur.

<sup>1</sup> nigar.davudova@inbox.ru

Temperaturun sonrakı artımında isə aşqar səviyyələr tədricən dolur və yükdaşıyıcıların orta kinetik enerjisi aktivləşmə enerjisindən böyük olduqda ( $kT > \Delta E$ ) bu enerjilər keçirici zonaya elektronların keçidi baş verir.

#### **Ədəbiyyat**

1. Э.М. Керимова Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов. Баку: Элм, 2012, 710 с.



## **TlInSe<sub>2</sub> ƏSASLI YARIMKEÇİRİCİ BİRLƏŞMƏLƏRİN ELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ İONLAŞDIRICI ŞÜALARIN TƏSİRİ**

**N.F.Davudova<sup>1</sup>, Y.Q.Nurullayev \***  
*Bakı Dövlət universiteti*  
*Fizika fakültəsi, I kurs (magistr)*

*Radiasiya şüalarının təsiri nəticəsində yarımkeçirici kristalların strukturunda dayaz və dərin səviyyələr yaranır. Bu səviyyələr yükdaşıyıcılar üçün rekombinasiya rolunu oynayır və nəticədə onların yaşama müddətini, həmçinin onlar əsasında yaradılan termo-fotoçeviricilərin effektivliyini və işləmə qabiliyyətini azaldır. Bu səbəbdən radiasiya şüalarının təsiri nəticəsində yarımkeçirici cihazlarda radiasiya effektlərinin öyrənilməsi elmi və praktik əhəmiyyət kəsb edir.*

Mikroelektronika, kvant elektronikas, nüvə energetikas sahələrinin sürətli inkişafı dayanıqlı xarakteristikalı yeni yarımkeçirici birləşmələrin alınması və onların elektrofiziki xassələrinin hər tərəfli öyrənilməsi problemini qarşıya qoyur. Həmin problemlərdən biri də ionlaşdırıcı şüalara həssas və geniş temperatur intervalında keyfiyyətini itirməyən bircinsli mükəmməl yarımkeçirici birləşmələrin alınmasıdır. Yeni fiziki xassələrə malik yarımkeçirici materialda yaradılmış defektlər elə olmalıdırlar ki, onlar əsasında hazırlanmış cihazların istismar müddətində parametrləri dayanıqlı olsun. Bu məqsədlə elə materiallar seçilməlidir ki, bu materiallarda yaranan defektlərin yaşama müddəti böyük olsun. Digər tərəfdən materialın xassələrini pisləşdirən defektlərin daha tez aradan qaldırılması vacibdir. Yəni elə materiallar seçilməlidir ki, ya bu materiallarda defektlər az dayanıqlı olsunlar, ya da elə material seçilməlidir ki, bu materiallarda defektlərin yaranması üçün astana enerjisi kifayət qədər böyük olsun.

Bu sahədə AIIIБIIIСV12 tipli üçqat birləşmələr qrupuna daxil olan TlInSe<sub>2</sub> bərk məhlul kristalı daha perspektivli materiallardır. Son dövrlərdə bu tip bərk məhlul kristalları əsasında fotorezistorlar, rentgen şüalanma detektorları, tenzohəssas elementlər, tenzoçeviricilər hazırlanır [1]. Valent elektronları tam olmayan AIIIБIIIС2VI tipli birləşmələr laylı və zəncirvari quruluşlu qəfəsdə kristallaşırlar. İşdə şüalanmamış və ölçmədən sonra 50 kRad qamma şüaları ilə şüalandırılmış defekt quruluşlu TlIn<sub>0,95</sub>Dy<sub>0,05</sub>Se<sub>2</sub> bərk məhlul kristalının elektrik keçiriciliyi 100-600 K temperatur intervalında tədqiq olunmuşdur. Belə tədqiqatlar ionlaşdırıcı şüalanmanın mövcud olduğu şəraitdə yarımkeçirici cihazların işləməsi zamanı yaranan problemlərin aradan qaldırılması üçün lazımdır. Yarımkeçirici cihazların ionlaşdırıcı şüaların təsirinə məruz qaldığı zaman xarakteristikaların kəskin dəyişməsi radiasiya defektlərinin yaranması ilə bağlıdır. Cihazların radiasiya şüalarına davamlığı bir neçə amildən-şüaların enerjisindən, materialın tərkibindən və şüalanma temperaturundan asılıdır.

Tədqiqatlar zamanı Bricmen üsulu ilə alınmış p-tip nümunələrindən istifadə olunmuşdur. Bu nümunələrin, uyğun olaraq otaq temperaturunda xüsusi müqaviməti 102-103 Om•sm, yükdaşıyıcıların yürüklüyü  $\mu p = 50 \text{ sm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$  olmuşdur.

Müəyyən olunmuşdur ki, laylı və zəncirvari quruluşa malik bərk məhlul kristallarının elektrik xassələri, kristal qəfəsin periodikliyinə pozan və atomların yerləşməsində lokal dəyişmələr yaranan defektlərin konsentrasiyasından, onların kristalda paylanmalarından kəskin asılıdır. Belə defektlər qadağan olunmuş zonada

<sup>1</sup> *nigar.davudova@inbox.ru*

əlavə güclü lokal səviyyələr yaradır. Tutma mərkəzlərinin varlığı qadağan olunmuş zonada Fermi səviyyəsi ilə keçirici zonanın aşağı sərhəddi arasında lokal enerji səviyyələri yaradır və nəticədə - monokristalının müxtəlif temperaturlarda volt-ampere xarakteristikalarında omik, “tələli” kvadratik və “tələsiz” kvadratik hissələrində cərəyanın qiyməti kəskin dəyişir.

#### **Ədəbiyyat**

1. Э.М.Керимова. Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов. Баку: Элм, 2012, 710 с.

## MAYE MƏHSULLARIN TƏRKİBİNİN FOTOMETRİK ÜSULLARLA TƏDQIQI

M.M.Səmədli<sup>1</sup>, İ.V.Musazadə\*  
*Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti*

*Bu işdə əsas məqsəd yarımsəffaf neft məhsullarının və digər maye məhsulların rənginə nəzarət etmək, tərkibində kənar məhsulların konsentrasiyasını optik üsullarla təyin etməkdir. Maddənin üzərinə düşən və buraxılan monoxromatik işıq şüalarının spektral xarakteri maye qarışığının konsentrasiyasından asılıdır. Qarışığın konsentrasiyası təyin etmək üçün bu şüaların spektral xarakteristikaları tədqiq edilir.*

Maye tərkibli maddələr görünən oblastda üzərinə düşən müəyyən dalğa uzunluqlu şüaları udur və müəyyən rəngə malik olur. Maddənin üzərinə monoxromatik işıq düşdükdə bir hissəsi buraxılır və bir hissəsi udulur. Fotometrik üsulla düşən və buraxılan şüaların intensivlikləri ölçülür və analiz edilir.

Neft email sənayesində istehsal olunan yarımsəffaf neft məhsullarının (benzin, sürtkü yağları və s.) rəngi onların keyfiyyətinin əsas göstəricisidir. Məhsulun tərkibində olan kənar maddələrin konsentrasiyası onun rənginə təsir edir. Rənginə görə bir neft məhsulunun tərkibində başqa məhlulun konsentrasiyası Buqer-Lambert-Ber qanununa əsasən təyin edilir.

$$\Phi_{\lambda} = \Phi_{0\lambda} e^{-k_{\lambda}cd}$$

Burada  $\Phi_{\lambda}$  və  $\Phi_{0\lambda}$  –uyğun olaraq ilkin və neft məhsulundan keçdikdən sonra  $\lambda$  dalğa uzunluqlu monoxromatik şüa selidir.  $k_{\lambda}$ -dalğa uzunluğundan, neft məhsulunun təbiətindən və temperaturundan asılı olan udma əmsalı,  $c$ -həll olmuş maddənin konsentrasiyası,  $d$ -ışığın udulduğu təbəqənin qalınlığıdır. Maddənin optik sıxlığı üçün yazmaq olar.

$D = \ln \frac{\Phi_{\lambda}}{\Phi_{0\lambda}} = k_{\lambda}cd$  Optik sıxlıq maddə qarışığının konsentrasiyası ilə düz mütənasibdir. Bu ifadədən maddə qarışığının konsentrasiyası təyin edilir. Neft məhsulundan keçən müxtəlif dalğa uzunluqlu işıq şüalarının udulmasına əsaslanaraq rəngə nəzarət etmək olur. Belə ki, neft məhsulunda keçən işıq seli fotoqəbuledicilərin üzərinə düşür. Işıq şüalarına uyğun elektrik siqnalları fotoqəbuledicinin çıxışlarından ölçü cihazlarına verilir. Ölçü cihazında uyğun rəng parametrləri təhlil edilir. Həmçinin bu materialların şüa buraxma və udma əmsallarını təyin etmək olur.

**Nəticə.** Tədqiqi nəticələri göstərir ki, qarışığın konsentrasiyası maddənin optik sıxlığı ilə düz mütənasibdir  $c = f(D)$  və tədqiq olunan yağ məhsulundan keçən şüa seli Ber qanununa tabədi. Maddənin həcmində olan qarışığın konsentrasiyanın optik metodla təyini praktiki cəhətdən əlverişlidir. Həmçinin optik metodla neft və digər sənaye məhsullarının rənginə nəzarət etmək mümkündür.

### Ədəbiyyat

1. Работа дизелей на нетрадиционных топливах В.А.Макаров и др. М.: Легион –Автодата, 2008, 464с.
2. Химический анализ в энергетике. Фотометрия. Ю.А.Морыганова и др. М.: Изд. дом МЭУ, 2008, 407с

<sup>1</sup> musazadeimamhesen@gmail.com

## **p-TlGaSe<sub>2</sub> MONOKRİSTALLARINDA İNDUKSİYALANMIŞ AŞQAR FOTOKEÇİRİCİLİYİN BƏZİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

**L.V.Bağirova, N.Ə.Rəhimova \***

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)*

Laylı kristal quruluşlu p-TlGaSe<sub>2</sub> monokristalının [1] qaranlıqdakı xüsusi müqavimətinin başlanğıc (77K temperaturdakı) qiyməti ( $\rho_{T0}$ ) fərqli olan nümunələrində bu yarımkeçiricinin məxsusi udma oblastından olan fon işıqla induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin xüsusiyyətlərini aşkar etmək üçün  $\rho_{T0} \approx 5 \cdot 10^7$ ;  $9 \cdot 10^7$ ;  $4 \cdot 10^8$ ;  $9 \cdot 10^8$ ;  $5 \cdot 10^9$ ;  $1 \cdot 10^{10}$  Om·sm olan nümunələrdə həmin fotokeçiriciliyin spektral paylanması, kinetikasi, lüks-ampere xarakteristikası, temperaturdan asılılığı tədqiq olunmuşdur.

Apardığımız təcrübə ölçmələri nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, p-TlGaSe<sub>2</sub> monokristalının  $\rho_{T0}$ -in qiymətləri müxtəlif olan nümunələrinin hamısında temperaturun  $T \leq 350$  K qiymətlərində işığın dalğa uzunluğunun  $0.20 \leq \lambda \leq 0.62$  mkm diapazonunda maksimumu  $\lambda \approx 0.52$  mkm-a uyğun gələn məxsusi fotokeçiricilik müşahidə olunur. Temperaturun  $T \leq 250$  K qiymətlərində isə tədqiq olunan nümunəni eyni zamanda həm məxsusi udma oblastından olan fon işıq dəstəsi, həm də dalğa uzunluğu məqsədyönlü şəkildə dəyişdirilən işıqla işıqlandırdıqda məxsusi fotokeçiriciliklə yanaşı, aşqar udma oblasında da fotokeçiricilik (aşqar fotokeçiricilik) müşahidə olunur. Müşahidə olunan bu aşqar fotokeçiricilik özünün bütün əlamətləri ilə tədqiq edilən nümunədə məxsusi udma oblastından olan fon işığın təsiri ilə induksiyanlanmış aşqar fotokeçiricilikdir [2,3] və temperaturun dəyişməsi ilə onun spektri dəyişir. Belə ki, temperatur  $150 \leq T \leq 250$  K aralığında olduqda,  $1.80 \leq \lambda \leq 2.70$  mkm diapazonunda və maksimumu  $\lambda \approx 2.40$  mkm-də olan yalnız bir aşqar fotokeçiricilik zolağı, temperatur  $77 \leq T \leq (140 \div 150)$  K aralığında olduqda isə  $2.80 \leq \lambda \leq 3.90$  mkm diapazonunda və maksimumu  $\lambda \approx 3.40$  mkm-də olan ikinci bir aşqar fotokeçiricilik zolağı da müşahidə olunur. Tədqiq etdiyimiz p-TlGaSe<sub>2</sub> monokristalının  $\rho_{T0}$ -in qiyməti müxtəlif olan nümunələrinin hamısında müşahidə olunan induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin spektrləri demək olar ki, eynidir. Belə ki, həmin spektrlər həm əhatə etdiyi dalğa uzunluğu diapazonuna, həm tərkibinə və formalarına, həm də maksimumlarının vəziyyətinə görə üst-üstə düşürlər.

Tədqiq etdiyimiz nümunələrdə müşahidə edilən induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin kinetikasi isə induksiyalayıcı məxsusi və skanerləyici aşqar işığın hansının təsirinin kəsilib, qoşulmasından asılı olaraq fərqlənir. Belə ki, aşqar işığın təsirinin qoşulub, kəsilməsi zamanı uyğun olaraq induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin stasionar qiymətinin bərqərar olunması və tamamilə yox olması proseslərinin hər ikisi sürətli xarakter daşıyır. Həm də bu proseslərin hər ikisi ədədi qiymətcə p-TlGaSe<sub>2</sub> monokristalında tarazlıqda olmayan yükdaşıyıcıların yaşama müddətinə bərabər olan zaman sabitinə malik olur. Məxsusi udma oblastından olan induksiyalayıcı fon işığın qoşulub açılması halında isə induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin stasionar qiymətinin bərqərar olunması prosesi sürətli xarakterə malik olsa da, fon işığın təsirinin kəsilməsindən sonra bu fotokeçiriciliyin yox olması prosesi asta xarakterə malik olur.

p-TlGaSe<sub>2</sub> monokristalının tədqiq etdiyimiz nümunələrində məxsusi udma oblastından olan fon işıqla induksiyanlanmış aşqar fotokeçiriciliyin qiyməti induksiyalayıcı fon işığın intensivliyinin kiçik qiymətlərində ondan xətti asılıdır. Lakin

induksiyalayıcı fon işığın intensivliyinin böyük qiymətlərində həmin intensivliyin böyüməsi ilə bu asılılıq tədricən zəifləyərək, nəhayət doyma halına çıxır. Bu nümunələrdə məxsusi udma oblastından olan fon işıqla induksiyanmış aşqar fotokeiriciliyin qiymətinin aşqar udma oblastından olan işığın intensivliyindən asılılığı isə sonuncunun istifadə etdiyimiz bütün qiymətlərində xətti xarakterə malikdir. Bununla belə, qeyd etmək lazımdır ki, p-TlGaSe<sub>2</sub> monokristalının nümunələrində qaranlıq xüsusi müqavimətinin ilkin qiyməti kiçik ( $\rho_{T0} < 4 \cdot 10^8 \text{ Om} \cdot \text{sm}$ ) olan nümunələrində təcrübi ölçmələr zamanı əldə olunmuş xarakteristika və parametrlərin qiymətləri daha stabil və yaxşı təkrarlanandır.

Bu nəticə p-TlGaSe<sub>2</sub> monokristalının qaranlıq xüsusi müqavimətinin ilkin qiyməti kiçik ( $\rho_{T0} < 4 \cdot 10^8 \text{ Om} \cdot \text{sm}$ ) olan nümunələrindən istifadə etməklə məxsusi udma oblastından olan işıqla induksiyanmış aşqar fotokeiricilik hadisəsi əsasında infraqırmızı şüalanmaya qarşı həssaslığı qoşulub-açılan və spektrin görünən oblastından olan çox parlaq şüalanma fonunda zəif intensivlikli infraqırmızı şüalanmanı qeyd edə bilən fotorezistorların hazırlanmasının mümkünliyünü söyləməyə imkan verir.

### **Ədəbiyyat**

1. Абрикосов Н.Х., Банкина В.Ф., Порецкая Л.В. и др. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе. М.: Наука, 1975, 219 с.
2. Рыбкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. М.: Наука. 1963, 429 с.
3. Воробьев Л.Е., Данилов С.Н., Ивченко Е.Л., Левинштейн М.Е., Фирсов Д.А., Шалыгин В.А. Кинетические и оптические явления в сильных электрических полях в полупроводниках и полупроводниковых структурах. Санкт-Петербург: Наука, 2000, 160 с.

## TIGaTe<sub>2</sub> KRİSTALLARININ VOLT-FARAD XARAKTERİSTİKASI

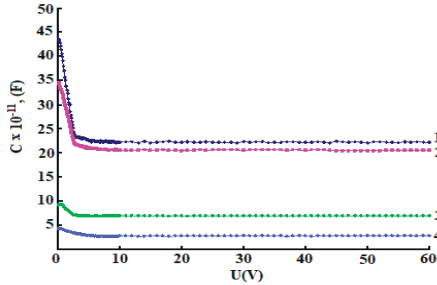
Z.E.Abiyev<sup>1</sup>, A.P.Abdullayev\*

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

Volt-farad xarakteristikası metodu ilə TIGaTe<sub>2</sub> birləşməsinin səthiyanı oblastında həcmi yüklərin olması ilə meydana gələn strukturun tutumunun ona tətbiq olunan gərginlikdən asılılığı araşdırılmışdır. N<sub>D</sub>-səthiyanı həcmi yüklər oblastında aşqarların konsentrasiyası və δ - kəsədləşmiş oblastın qalınlığı müəyyənəşdirilmişdir.

TIGaTe<sub>2</sub> yarımkəçirici birləşməsi A<sup>3</sup>B<sup>3</sup>C<sub>6</sub> qruplu birləşmələr sinfinə məxsus olub D<sub>4h</sub><sup>18</sup> tetraqonal quruluşlu sinqoniyada formalaşır [1]. Ölçmə üçün kristallar düzbucaqlı paralelopiped şəklində kəsilmiş onların səthi cilalanaraq hamar şəkələ gətirildikdən sonra kristalloqrafik “c” oxuna paralel olan səthlərə gümüş pastası çəkilərək omik kontaktlar yaradılmışdır. Hər bir səthdəki elektrodun sahəsi S≈0,08 sm<sup>2</sup>, elektrodlar arasındakı məsafə isə d≈0,1 sm olmuşdur.

E7-25 ölçmə immitansında TIGaTe<sub>2</sub> kristallarının müxtəlif tezliklərdə (50kHs-1MHs) tutumun gərginlikdən (U=0-60V) asılılıqları (VFX) ölçülmüşdür (şəkil 1).



Şəkil 1. TIGaTe<sub>2</sub> kristallarının müxtəlif tezliklərdə Volt-farad xarakteristikaları: (Əyri 1-50, 2-100, 3-500, 4-1000 kHs. Ölçmələr T=300K temperaturda aparılmışdır.)

Keçidə tətbiq olunan tam gərginliyin tutum vasitəsi ilə ifadəsindən [2],  $\varphi_0 - U = \frac{q_s \epsilon_s \epsilon_N N_D S^2}{2C^2}$  göründüyü kimi, sürüşmə gərginliyinin tutumun tərs qiymətinin kvadratından asılılıq qrafiki düz xətti asılılıq verməlidir. Xəttin meyindən yarımkəçiricinin N<sub>D</sub> aşqarlama dərəcəsini, xəttin absis oxu ilə kəsişmə nöqtəsindən isə  $\varphi_0$  qiymətləndirmək olar. Əyrinin meyindən isə aşqarların konsentrasiyası təyin olunur.

Şəkil 1-dən istifadə edərək müxtəlif tezliklərdə TIGaTe<sub>2</sub> kristallarının xarakterik parametrləri hesablanaraq cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1

### Müxtəlif tezliklərdə TIGaTe<sub>2</sub> kristallarının xarakterik parametrləri

v (kHs)	N <sub>D</sub> (1/sm <sup>3</sup> )	δ (sm)
50	3,3·10 <sup>13</sup>	2,9·10 <sup>-4</sup>
100	2,5·10 <sup>13</sup>	7,7·10 <sup>-4</sup>
500	5,1·10 <sup>12</sup>	1,8·10 <sup>-3</sup>
1000	1,4·10 <sup>12</sup>	3,3·10 <sup>-3</sup>

<sup>1</sup> adilabdullayev@rambler.ru

Cədvəldən görüldüyü kimi ölçmə tezliyinin qiyməti artdıqca  $\text{TlGaTe}_2$  kristallarının ( $N_D$ ) aşqarlarının konsentrasiyası (səthyanı həcmi yüklər oblastı kasadlaşır) azalır və bu səbəbdən tezlik artdıqca tutum azalır (şəkil 1).

Keçiddə yükün dəyişməsi həm kasadlaşma oblastının qalınlığının dəyişməsi ilə həm də gərginliyin dəyişməsi ilə əlaqədardır.

#### **Ədəbiyyat**

1. S.Kasida, K.Nakamura. An X-Ray Study of the Polimorphism in Thallium Monosulfide: The structure of Two Tetraqonal Forms. *J. Solid State Chemistry*, 110, (1994), 264-269.
2. Абрамов В.Б., Карпанин О.В., Медведев С.П., Метальников А.М, Печерская Р.М. Исследование свойств полупроводников методом вольт-фардных характеристик. Методические указания. Пенза, 2004, 43 с.

## DƏMİR- NİKEL ƏSASLI İNVAR ƏRİNTİLƏR

A.O.Cəbraylova<sup>1</sup>, T.Q.Şamilov \*  
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

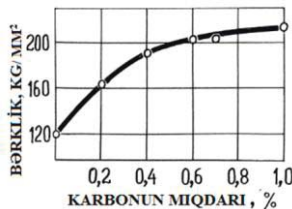
*Təbiətdə mövcud olan bir çox materiallar, o cümlədən Fe-Ni əsaslı ərintilər malik olduqları xassələrin anomallığı ilə diqqəti cəlb edir.*

1897-ci ildə İsveçrəli alim Ş.E.Qiyom müəyyən etmişdir ki, tərkibində 36% nikel olan Fe-Ni əsaslı ərintiləri qızdırdıqda müəyyən temperatur intervalında istidən genişlənmə əmsalı digər materialların istidən genişlənmə əmsalından fərqli olaraq çox az dəyişir [1]. İstidən genişlənmə əmsalı müəyyən temperatur intervalında çox az dəyişən ərintilər, invar tip ərintilər adlanır. Bu ərintilərin, ümumiyyətlə, bərk cisimlərin istidən genişlənmə əmsalı aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\alpha = 1/l(\partial l / \partial T)$$

$l$  – materialın xətti ölçüsüdür,  $T$  – temperaturdur.

Son zamanlar invar tip ərintilərin mexaniki xassələrinə olan marağın artdığını nəzərə alaraq karbonun bu ərintinin mexaniki xassələrinə təsiri öyrənilmişdir və müəyyən edilmişdir ki, karbon Fe-Ni ərintisinin bərkliyini artırır. Yəni, daha bərk invar ərintisi almaq üçün tərkibində 34% Ni olan Fe-Ni ərintisinə karbon əlavə edilmişdir. Şəkil 1-dən görünür ki, bu ərintidə karbonun miqdarının artması ərintinin bərkliyini artırır. Qeyd etmək lazımdır ki, karbon Fe-34%Ni-(0,1-1,0%)C ərintisinin bərkliyinin armasına səbəb olması ilə yanaşı ərintinin istidən genişlənmə əmsalını bir qədər artırır və istidən genişlənmə əmsalının kiçik qiymətinin mövcud olduğu temperatur intervalını da genişləndirir. İstidən genişlənmə əmsalının kiçik qiymətinin mövcud olduğu temperatur intervalının genişlənməsi Kürü temperaturu ilə bağlıdır [2]. Fe-Ni əsaslı invar tip ərintilərə karbonun əlavə edilməsi isə öz növbəsində bu ərintilərin Kürü temperaturunu artırır.



Şəkl. 1. Fe-34%Ni-C ərintisinin bərkliyinin karbonun miqdarından asılılığı.

Beləliklə aparılan elmi tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, karbonun əlavə edilməsi istidən genişlənmə əmsalının kiçik qiymətinin mövcud olduğu temperatur intervalını genişləndirir və Fe-Ni əsaslı invar ərintisinin bərkliyini artırır.

### Ədəbiyyat

1. Шамилов Т.Г., и др.. Объемные эффекты при термоциклировании инварных сплавов системы Fe-Ni-C. Металлофизика, 1991, т.13, № 11, с. 91-96.
2. Седов В.Л. Антиферромагнетизм  $\gamma$ -Fe. Проблема инвара. М.: Наука, 1987.

<sup>1</sup> cebrajlovaayten@gmail.com, invar59@mail.ru



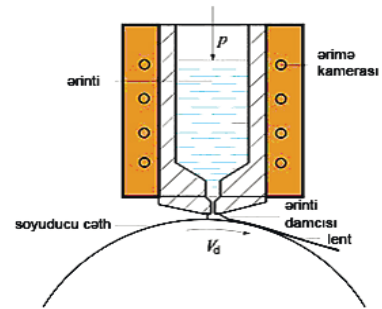
## AMORF METALLİK ƏRİNTİLƏRİN ALINMA ÜSULLARI

G.T.Məmmədova, V.İ.Əhmədov<sup>1\*</sup>

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

Mayeni  $10^6-10^8$  K/san sürətlə soyutmaqla ərintinin xassələrinin əsaslı surətdə dəyişməsinə gətirən amorf quruluşu almaq olar. Sürətlə hərəkət edən soyuq səth damcıdan sürətlə tablanmış lent dartıb çıxarılır. İti ucluqla hərəkət edən səth arasındakı təxminən 0,2 mm–lik aralıq tökülmə prosesini stabilləşdirməyə, ərinti damcısında müxtəlif həyəcanlanmanı azaltmağa və 300 mm enə malik amorf lentlərin istehsalına imkan verir.

Amorf halı bərk maddənin qeyri-kristallik halı olub, xassələrin izotropluğu və ərimə nöqtəsinin olmaması ilə xarakterizə olunur. Ərimə prosesi müəyyən temperatur intervalında baş verir. Temperatur artdıqca amorf maddə yumşalır və tədricən maye hala keçir. Amorf halda atomların yerləşməsində uzaq nizamlılıq yoxdur. Buna görə də xarici təsir olmadıqda cismin makroskopik xassələri izotropdur. Metal və ərintilərdə amorf quruluşun formalaşması maqnit, elektrik, mexaniki və digər xassələrinin əsaslı surətdə dəyişməsinə gətirir. Bu xassələrdən bəziləri həm elm, həm də praktika üçün olduqca maraqlıdır. Odur ki, əsasında atomların fəzada sərbəst yerləşməsi duran, maddələrin maraqlı dünyasının öyrənilməsi olduqca aktualdır. Maye metalın atomları fəzada fiksə edilmiş vəziyyətə malik deyillər. Buna görə də maye üçün xarakterik olan, nizamsız yerləşmiş atomların “dondurulması” (çox sürətlə soyudulma yolu ilə) ideyası çoxdan yaranmışdır. Soyuma prosesində atomlar yenidən düzülərək kristal əmələ gətirməyə imkan tapırlar. Əgər mayeni  $10^6-10^8$  K/san sürətlə soyutsaq, metallik ərintinin soyudulması zamanı kristallaşma prosesinin qarşısını almaq olar. Belə qısa müddətdə atomlar kristallik qəfəsi formalaşdırmağa imkan verən məsafəyə yerlərini dəyişdirməyə imkan tapa bilmirlər. Maye halında olan ərintini soyuq metallik altlıq üzərində soyudaraq ərintinin amorf quruluşunu almaq olar. Nazik amorf metallik lentin ərintidən dartılması üsulu (ingiliscə spinning) ilə yaxından tanış olaq. Metod rezervuardakı deşikdən çıxan və sürətlə hərəkət edən, soyuyan səthə verilən maye metal şırnağının formalaşmasından ibarətdir [1]. Maye metal şırnağı səthlə toqquşan zaman yaranan damcının daim rezvuardan bərpa olunması təmin edilir (şək. 1). Sürətlə hərəkət edən soyuq səth öz növbəsində damcıdan sürətlə tablanmış lenti dartıb çıxarır. Bu üsulda damcının stabilliyi, iti ucluqla hərəkət edən səth arasındakı təxminən 0,2 mm–lik kiçik aralıq hesabına əldə edilir. Bu, tökülmə prosesini stabilləşdirməyə və ərinti damcısında müxtəlif həyəcanlanmanı kifayət qədər azaltmağa imkan verir. Amorf metallik materiallar XX əsrin ən son yeniliklərini özündə əks etdirir. Onlar öz amorf quruluşları ilə əlaqədar kristallik materiallarla müqayisədə bir sıra yüksək maqnit, mexaniki və kimyəvi xassələrə malikdirlər. Amorf metalların üstünlüklərinə onların istehsalının sadə sxemini də əlavə etmək olar.



Şək. 1.

<sup>1</sup> valik.ahmadov@gmail.com

**Nəticə.** Müəyyən edilmişdir ki, amorf metallik ərintilər əsasında sadə istehsal sxemi ilə kristallik materiallarla müqayisədə bir sıra yüksək maqnit, mexaniki və kimyəvi xassələrə malik prinsipcə yeni metallik materiallar yaratmaq olar.

#### **Ədəbiyyat**

1. Глезер А.М., Молотилев Б.В. Структура и механические свойства аморфных сплавов. М.: Металлургия, 1992.

## AMORF METALLİK ƏRİNTİLƏRİN MAQNİT XASSƏLƏRİ

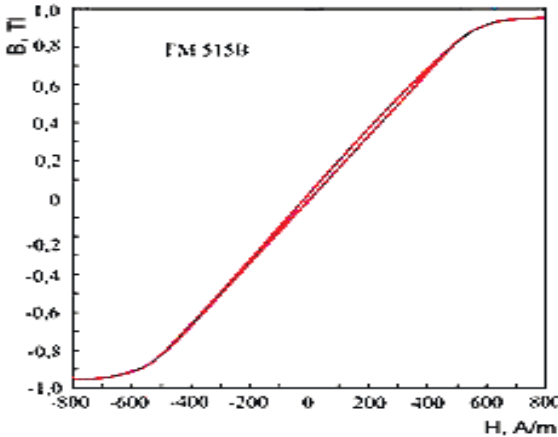
F.M.Nasiri, F.Ş.Əhmədov<sup>1</sup>

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

Aşkar edilmişdir ki, sifarişçiyə lazım olan forma, ölçü və xassəyə malik maqnitötürücülərin bu ərintilərdən hazırlanması, elektrotexniki poladlardan və dəqiq ərintilərdən hazırlanan maqnitötürücülərin istehsalından fərqli olaraq, amorf ərintilərin istehsalçıları üçün iqtisadi cəhətdən daha əlverişlidir.

Maqnit yumşaq materiallar kiçik koersitiv qüvvə və yüksək maqnit nüfuzluğu ilə xarakterizə olunur. Bu cür xarakteristikalara nail olmaq üçün ilk növbədə maqnit anizotropiya sabitini sıfıra yaxınlaşdırmaq lazımdır. Amorf halda bu tip maqnit anizotropiya yoxdur və bu ərintilər maqniyumşaq xassələrin alınması üçün uygundur.

Kobalt əsasında amorf ərintilər sıfıra yaxın doyma maqnotostriksiyasına malikdirlər. Sənayedə yüksək başlanğıc maqnit nüfuzluqlu, maqnit histerezis ilgəyinin böyük və kiçik düzbucaqlılıq əmsalına malik ərintilər hazırlanır. GM 515B amorf ərintisində maqnit sahəsi intensivliyinin 300A/m qədər geniş oblastında maqnit nüfuzluğunun ən yüksək səviyyədə sabitliyi əldə edilir (şək. 1). Aşkar edilmişdir ki, sifarişçiyə lazım olan forma, ölçü və xassəyə malik maqnitötürücülərin bu ərintilərdən hazırlanması, elektrotexniki poladlardan və dəqiq ərintilərdən hazırlanan maqnitötürücülərin istehsalından fərqli olaraq, amorf ərintilərin istehsalçıları üçün iqtisadi



Şək. 1. Yüksək doyma induksiyasına malik kobalt əsaslı GM 515 B amorf ərintisinin eninə maqnit sahəsində termik emaldan sonra maqnit histerezis ilgəyi

cəhətdən daha əlverişlidir. Dəmir-nikel dəqiq ərintiləri ümumiyyətlə termik emalsız tədarük edilir. Bir halda ki, yüksək maqnit nüfuzluğunun alınması üçün məhlulun sürətlə soyudulmasından sonra tablama gərginliklərinin, həmçinin maqnitötürücülərin sarınmasından sonrakı gərginliklərin götürülməsindən ötrü 380÷480 °C temperaturda tab alma aparmaq zəruridir. Bu zaman amorf lentin öz plastikliyini itirməsi qaçılmazdır.

Maqnitötürücünün termik emaldan sonra malik olduğu mexaniki xassələr, onu quruyucu konteynerə zədələnmədən gətirmək üçün kifayət edir. Quruyucu konteyner isə maqnitötürücünü xarici təsirlərdən qoruyur.

Müasir texnologiya amorf ərintilərdən böyük ölçülü, 1000 mm qədər, maqnitötürücüləri hazırlamağa imkan verir. Bu zaman maqnitötürücünün forması halqavarı, oval, mil, II və III şəkilli ola bilər. Amorf lentdən güc qurğularında bir neçə kilohers tezlikdə işləyən transformatorların və elektrik reaktorları üçün çox böyük maqnitötürücüləri hazırlamaq, bir neçə on kilohers oblastında xüsusi maqnit itkiləri

<sup>1</sup> fidan.ehmedova.1988@mail.ru

kiçik güclü transformatorlarda və reaktorlarda istifadə edilə bilər [1]. Termomaqnit emaldan sonra maqnit histarezis ilgəyi düzbucaqlı olan və ya kiçik qalıq maqnit induksiyasına malik amorf materialları müxtəlif tətbiq oblastına malikdirlər. Müəyyən edilmişdir ki, amorf ferromaqnitlərin maqnit xassələrinin təhlili belə nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, onlara xas olan maqnit xassələri atomların nizamsız düzülüşünün nəticəsində yaranır.

#### **Ədəbiyyat**

1. Глезер А.М., Молотилев Б.В. Структура и механические свойства аморфных сплавов. М.: Металлургия, 1992.

## Fe-Si ƏSASLI AMORF ƏRİNTİLƏRİN MAQNİT XASSƏLƏRİ VƏ ONLARIN TRANSFORMATORLARDA TƏTBİQ İMKANLARI

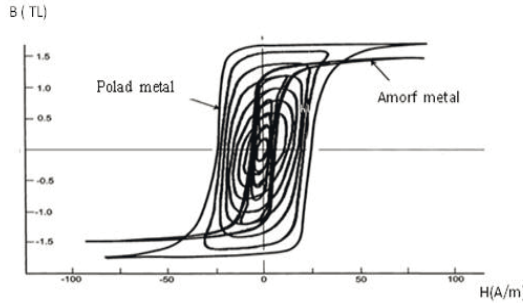
Q.İ.Qədirov, A.Ə.İsayeva<sup>1\*</sup>  
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

İşdə Fe-Si əsaslı amorf lentin maqnit xassələri araşdırılmış və 380<sup>0</sup> temperaturdan suda tablamadan sonra histerezis əyrisi qurulmuşdur. Dəmir və silisium (Fe-Si) əsaslı ərintilərin çox ucuz və yüksək maqnit xassələrə malik olması onları transformatorların hazırlanmasında daha çox istifadə olunmasına imkan verir. Bu materialların amorf lentlərinin transformatorların hazırlanmasında tətbiqi iqtisadi baxımdan daha əlverişlidir.

Ən çox istifadə olunan amorf ərintilər keçid qrupu metallarına əsaslanan (Fe; Ni; Co), ərimə temperaturunu aşağı salan metalloidlər (B; Si; C) ilə bircə əriməsindən alınan ərintilərdir. [1-2].

Dəmir və silisium (Fe,Si) əsaslı ərintilər çox ucuz və yaxşı xassələrə malik olub, transformatorlarında və elektrik cihazlarında ən çox istifadə olunan ərintilərdəndir. Amorf metal lentlər təxminən 25  $\mu$  m qalınlığındadır. Bu kristal quruluşa malik silisiumlu metal lentin təxminən 10% -i qədərdir. İtkilərin iki əsas növü vardır: Histerezis itkilər və burulğanlı cərəyan itkiləri.

İçliyə enerji verildikdə maqnitlənmə nə qədər asan olarsa, koersitiv qüvvə  $H_c$  nə qədər kiçik olarsa histerezis itkisi də o qədər az olar. Transformatorlarda istifadə edilən amorf metal içliklərdə kristallaşma olmadığı üçün maqnitlənmə asan baş verir. Amorf içlik lent çox nazik və yüksək elektrik müqavimətinə malik olduğundan, amorf metal içliyin burulğanlı cərəyan itkilər daha azdır. Nəticədə, amorf içliyin ümumi itkiləri hətta ən yaxşı keyfiyyətli silisiumlu polad təbəqədən qat-qat aşağıdır.



Şəkl.1. Fe-Co əsaslı amorf lent və silisium əsaslı poladın histerezis B(H) əyriləri.

ABŞ-da polad materiallarla müqayisədə transformatorların amorf materiallardan hazırlanması daha perspektivli hesab edilir. Onların transformatorlarda istifadəsinin 1 il ərzində müqayisəli təhlili edilmişdir.

Bu xassələr, əsasən də maqnit induksiyasının kiçik olması amorf lentlərin transformatorlarda tətbiqinə imkan verir. Amorf lentlərin paylaşıdırıcı transformatorlarında tətbiqi iqtisadi baxımdan daha əlverişlidir və daha ucuz hesab olunur. 60 Hs, 500 kVA paylaşıdırıcı transformatorlarında itkilər müqayisə olunmuş və il ərzində amorf lentlərə sərf olunmuş xərc 17.558 dollar, silisiumlu polad materiallı

<sup>1</sup> ayka03007@mail.ru

transformatora sərf olunan ümumi xərc 18.085 dollar olmuşdur [1-2]. Türkiyədə Özgüney Elektrik şirkəti hal-hazırda amorf materiallardan hazırlanmış transformatorlardan istifadə etməkdədir. Bu transformatorlar uzun ömürlüdür (təxminən 30 il).

**Nəticə:** Amorf lentlərin istifadəsi ümumi xərclər baxımdan da əlverişlidir.

#### **Ədəbiyyat**

1. Joan Frau, Energy Efficiency and Security, Endesa distribution, Project Effitrafo, 2008.
2. N. De Cristofaro, Amorphous Metals in Electric-Power Distribution Applications, MRS Bulletin Vol. 23, (1998), s. 51

## **KVANT ÇUXURUNA MALİK YARIMKEÇİRİCİ STRUKTURLARDA ZONADAXİLİ OPTİK KEÇİDLƏR**

**R.N.Ağayeva<sup>1</sup>, İ.R.Qədirova**  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, I kurs*

*AlGaAs/GaAs/AlGaAs kvant çuxuruna malik yarımkeçirici strukturlarda keçiricilik zonasında elektronların altzonalararası keçidləri halında optik udulma öyrənilmişdir. Optik keçidlərin işıq polyarlaşmasından asılılığı və seçmə qaydaları müəyyən edilmişdir.*

Bir sıra optoelektronika cihazlarının (fotodetektorların, kvant kaskadlı lazerlərin, modulyatorların və s.) işi yarımkeçirici strukturlarda yükdaşıyıcıların altzonalararası keçidlərinə əsaslanır.[1]

Tezliyi  $\hbar\omega < E_g + E_{e1} + E_{h1}$  şərtini ödəyən işıq dalğası ilə qarşılıqlı təsir nəticəsində yükdaşıyıcıların yalnız zonadaxili optik keçidləri mümkündür. Burada  $E_g$ -yarımkeçiricilərin qadağan olunmuş zolağının eni,  $E_{e1}$  və  $E_{h1}$  uyğun olaraq keçiricilik və valent zonasındakı ən aşağı enerji səviyyəsidir (birinci altzonaların minimumlarıdır).

Bu cür zonadaxili udulma zonalararası udulmadan fərqli olaraq düşən işıqın polyarlaşmasından asılıdır.

İşıq dalğası kvant çuxurunun iki ölçülü layına perpendikulyar istiqamətdə düşərsə onda  $\vec{E}$  elektrik sahəsinin intensivlik vektoru lay müstəvisinə paralel olur. Həmin müstəvidə elektronlar sərbəst hərəkət etdiyindən bu cür polyarlaşmaya malik işıq yalnız sərbəst yükdaşıyıcı tərəfindən udula bilər. Bu udulma mexanizmi yalnız yükdaşıyıcının səpilməsi nəticəsində mümkündür, udulma zəif olur və işıq tezliyindən monoton asılı olur.

Aşağıölçülü elektron sistemlərinin icazəli zonalarında ölçüyə görə kvantlanma nəticəsində altzonaların əmələ gəlməsi bu strukturlarda elektronların zonadaxili altzonalararası düz keçidləri ilə bağlı optik udulma mexanizmini yaradır.

Elektrik sahəsinin  $\vec{E}$  intensivlik vektoru kvant çuxurunun layına perpendikulyar olan işıq zonadaxili altzonalararası rezonans udulmaya səbəb olur: fotonun enerjisi altzonalararası enerji məsafələrinə bərabər olduqda keçid ehtimalının işıq tezliyindən asılılığı kəskin maksimumlara malik olur.

Bu udulma mexanizmi üçün seçmə qaydaları və udulmanın intensivliyi impuls operatorunun matris elementi ilə müəyyən olunur:

$$P_{mn} = -i\hbar \int \Psi_m^*(z) \frac{d\Psi_n(z)}{dz} dz$$

Burada  $\Psi_n(z)$ -qurşayan funksiyalardır[2].

Simmetrik düzbucaqlı kvant çuxurunda elektron keçidləri cütlüyü fərqli olan ( $n$ -kvant ədədinin cütlüyü) altzonalar arasında mümkündür:  $n=1 \rightarrow n=2,4,\dots$  keçidləri mümkündür,  $n=1 \rightarrow n=3,5,\dots$  keçidləri qadağan olunmuş keçidlərdir.

İzotrop enerji spektrinə malik yarımkeçiricidə (məsələn  $n$  tip GaAs)  $\vec{E}$  vektoru kvant çuxuru layına perpendikulyar olduqda zonadaxili altzonalararası udulma spektri çox dar (ensiz) rezonans zolaqlardan ibarət olur. Kvant çuxurunda  $N$  sayda enerji səviyyələri ( $N$  sayda altzonalar) varsa və yalnız ən aşağı altzonada elektronlar yerləşirsə, onda udulma zolaqlarının sayı simmetrik kvant çuxurunda  $N/2$ -nin tam hissəsi sayda olur.

<sup>1</sup> [reshideaghayeva24@gmail.com](mailto:reshideaghayeva24@gmail.com)

Kvant çuxurlu yarımkeçirici strukturların valent və keçiricilik zonaları daxilində baş verən altzonalarası optik keçidlərə uyğun dalğa uzunluğu spektrin infraqırmızı oblastına düşür.

#### **Ədəbiyyat**

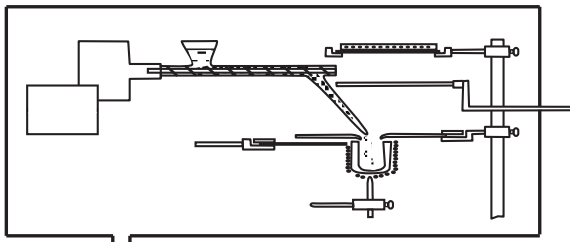
1. А.В.Иконников и др. Генерация терагерцового излучения в многослойных квантово-каскадных гетероструктурах. Письма в ЖТФ, 2017, том 43, вып 7,86
2. С.И.Борисенко Физика полупроводниковых наноструктур.Издательство Томского политехнического унтверситета 2010,116 с.



## PHOTOELECTRIC EFFECTS IN THE CdS-AgIn<sub>5</sub>S<sub>8</sub> STRUCTURE

**G.G.Nasirova**  
*Baku State University*  
*Physics faculty, II course*

I-III-VI ternary semiconductors with the general formula of AB<sub>5</sub>C<sub>8</sub> (where A ¼ Cu or Ag; B ¼ Ga or In and C ¼ S, Se or Te) have potentials as photo absorbers in solar cells, optoelectronics devices and photoelectrochemical cells. They are visible-light active crystals with high-absorption coefficients, suitable band gaps, good radiation stability and easy conversion between n- and p- type carrier types which permits a variety of potentially low-cost homo- and hetero-junction. These crystals have been confirmed as materials suitable for use in high-frequency thin films converters, infrared detectors and various types of heterojunctions.



To the vacuum

Instant thermal evaporation of finely dispersed crystal dust particles in vacuum method was used for the obtaining of the AgIn<sub>5</sub>S<sub>8</sub> thin film. Schematic diagram of this method is as follow:

CdS is one of the very important II–VI group semiconductor, plays an important role in optoelectronic devices such as lasers, light emitting diodes and solar cells. Among these materials, Cadmium Sulphide (CdS) is a representative due to its wide band gap at room temperature, good photoconduction, high electron affinity and inexpensive preparation, n-type CdS used as the window material for hetero-junction in solar cells usually has a high absorption coefficient causing the reduction of the useful current delivered from the cell to the load. It is a technologically useful material, as many devices based upon photoconducting sensors, Cd<sup>+2</sup> ion selective sensors have come up in the recent years.

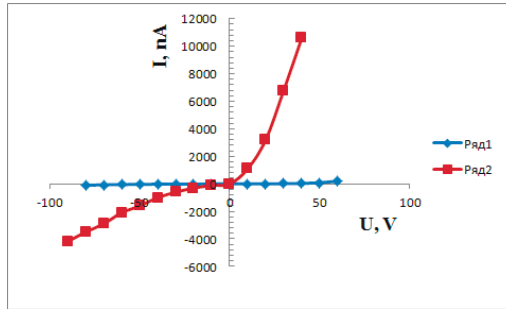
We have used SILAR method for obtaining of CdS thin films due to its simplicity with the tailor made properties can be achieved in the material.

The SILAR method involves four steps:

- 1) Adsorption
- 2) First rinsing
- 3) Reaction
- 4) Second rinsing.

The factors like temperature of solution, nature of substrate, pH and concentration of solution, area of the substrate, dipping and rinsing time etc. affect the deposition process in the SILAR method.

We have obtained thin films of AgIn<sub>5</sub>S<sub>8</sub> compound on CdS nanostructures with the help of abovementioned methods. AgIn<sub>5</sub>S<sub>8</sub> thin films obtained on CdS nanostructures had a polycrystalline structure. The study of the current-voltage characteristics of the CdS-AgIn<sub>5</sub>S<sub>8</sub> was carried out with the help of Ohmic contacts which can be defined as one that ideally passes the current required without dropping any voltage. Metals are excellent for contacts due to their low resistivity.



**Fig.2** Current – voltage characteristic of  $\text{AgIn}_5\text{S}_8$

So, for the aim of studying of the current-voltage characteristics of the  $\text{CdS-AgIn}_5\text{S}_8$ , point contacts were created on the surface of sample with conductors by the silver conductive paste and the U-I characteristic of this structure showed a diode character. The heterostructure has a high photosensitivity in the entire wavelength range of visible radiation.

## LAZER ŞÜALARININ TƏSİRİ İLƏ InSe KRİSTALLARINDA QEYRİ-XƏTTİ OPTİK UDULMA HADİSƏSİ

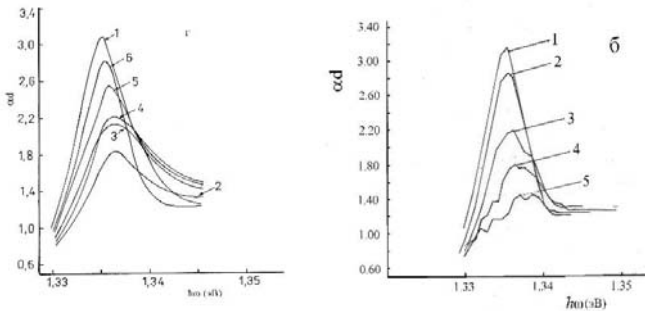
L.R.Əhmədzadə<sup>1</sup>, A.H.Kazımzadə  
Bakı Dövlət Universiteti

Məlumdur ki, güclü lazer şüalarının təsiri ilə yarımkeçiricilərdə qeyri-xətti optik hadisələr baş verir. InSe kristalları qeyri-xətti optik maddə kimi optoelektronikada geniş istifadə olunur. Təqdim olunan işdə lazer şüalarının təsiri ilə InSe kristallarının udma əmsalı təcrübə olaraq tədqiq edilmişdir.

InSe kristalları Bridjmen üsulu ilə alınmışdır. Nümunələrin qalınlığı (20-100) mikron, yükdaşıyıcıların yürlüklüyü və konsentrasiyası  $\mu_n \sim 1,2 \times 10^3 \text{ sm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$  və  $n=7 \times 10^{14} \text{ sm}^{-3}$  tərtibində olmuşdur. İşıq mənbəyi olaraq YAG: ND<sup>3</sup> lazerindən ( $\hbar\omega = 1.17 \text{ eV}$ ) istifadə edilmişdir. Lazer şüalarının gücü  $10 \text{ MVt}/\text{sm}^2$ , impulsun müddəti isə 25 pikosaniyəyə bərabər olmuşdur. Ölçmələr ikişüalı spektroskopiya (pump-probe spectroscopy) üsulu ilə aparılmışdır. KDP kristalı vasitəsilə alınmış  $\hbar\omega = 2.34 \text{ eV}$  enerjisili güclü lazer şüaları InSe kristalında böyük konsentrasiyalı elektron-deşik cütü yaratmaq üçün istifadə edilmiş, dalğa uzunluğu  $(0.75 \div 1.5)$  mikron intervalında dəyişən zəif lazer şüaları isə monitorinq rolunu oynamışdır.

Şəkil 1,a-da görüldüyü kimi, enerjinin  $\hbar\omega = 1,336 \text{ eV}$  qiymətində eksiton udulması müşahidə (1 əyrisi) olunur. Lazer şüalarının intensivliyinin artması eksiton xəttinin kiçilməsinə və enləşməsinə səbəb olur (2-5 əyriləri).

Göründüyü kimi, hər iki impuls arasındakı zaman fərqi ( $\Delta t$ ) artması eksiton xəttinin genişlənməsi və kiçilməsinə səbəb olur. Eyni zamanda fundamental udma kənarı ilə eksiton xəttinin arasında yeni bir udma zolağı meydana gəlir.



**Şək. 1.** a) lazer şüalarının müxtəlif intensivliyində InSe kristalının optik udma spektrləri,  $I$  ( $\text{MVt}/\text{sm}^2$ ): 1-  $I=0$ , 2-0,1, 3-6, 4-8, 5-10 ( $t = 0$ ). Şəkil 1. b-də əsas həyəcanlaşma impulsu ilə monitorinq edici impulsun arasındakı zaman fərqi InSe kristalının optik udma spektrinə təsiri göstərilmişdir.

Lazer şüalarının təsiri ilə InSe kristallarında böyük konsentrasiyalı elektron-deşik cütü yaranır. Eksitonların böyük konsentrasiyasında onların arasındakı qarşılıqlı təsir nəticəsində eksiton udulması nəinki azalır, hətta tamamilə yox ola bilər. Bu hadisə o

<sup>1</sup> leman.ahmedzade12@gmail.com

zaman baş verir ki, eksitonların konsentrasiyası Mott konsentrasiyası deyilən kritik konsentrasiyadan böyük olsun:

$$n_{Mott} = \frac{\pi}{3} \left( \frac{1,46}{4a_{ex}} \frac{m_0}{m_e + m_h} \right)^3 \quad (1)$$

burada  $m_e=0.7m_0$ ,  $m_h=0.5m_0$  InSe kristalında uyğun olaraq elektron və deşiklərin effektiv kütlələri,  $a_{ex}= 3.7$  nm eksitonun Bor radiusudur. (1) düsturuna əsasən InSe kristallarında Mott kriteriyasının ödəlinməsi üçün  $n_{Mott} \sim 2,5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  tərtibində olmalıdır. Ancaq hesablamalar göstərir ki, lazer şüalarının təsiri ilə InSe kristallarında yaranan yükdaşıyıcıların konsentrasiyası Mott kriteriyasında tələb olunan konsentrasiyadan  $\sim 3$  tərtib çoxdur.

Kulon potensialının sərbəst yüklərlə ekranlaşma uzunluğu aşağıdakı düsturla təyin edilir.

$$L = \hbar / 2(\pi/3)^{1/6} N^{-1/6} \frac{\epsilon^{1/2}}{em^{*1/2}} \quad (2)$$

burada  $\epsilon$ -kristalın dielektrik sabiti,  $m^*$ -effektiv kütlə,  $N$ -lazer şüalarının təsiri ilə kristalda generasiya olunan yükdaşıyıcıların konsentrasiyasıdır.

Hesablamalar göstərir ki, ekranlaşma uzunluğu  $L \sim 10A^\circ$ , InSe kristallarında eksitonun Bor radiusundan ( $a_{ex}= 37A^\circ$ ) kiçikdir.

Bizim fikrimizcə, fundamental udma kənarı ilə eksiton xəttinin arasında yeni bir udma zolağının meydana gəlməsi InSe kristallarında yüksək optik həyəcanlaşmada qadağan olunmuş zolağının eninin kiçilməsi ilə əlaqədardır [2]. Yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının artması Fermi səviyyəsinin kəsilməz səviyyəyə keçməsinə səbəb olur. Bu da öz növbəsində monitoring rolunu oynayan şüalarının udma əmsalını artırır.

Beləliklə, InSe kristallarında lazer şüalarının təsiri ilə yüksək optik həyəcanlaşmada udma əmsalının dəyişməsi ilə yanaşı qadağan olunmuş zolağın eninə də dəyişə bilər.

### **Ədəbiyyat**

1. N.Peyghambarian, S.Koch. Introduction to semiconductor optiks New Jersey, 1993, p.325.
2. P. Vashista and R.K. Kalia. Phys. Rev.B 25, 1982, p. 6412.
3. В.Г. Лысенко, В.И. Ревенко. ФТТ 1978, т.20, вып. 7, с. 2144.

## ZONA ƏRİTMƏKLƏ ALINMIŞ QİDALANDIRICININ TƏTBİQİ İLƏ k<1 OLDUQDA BİNAR BƏRK MƏHLULLARIN MONOKRİSTALLARININ YETİŞDİRİLMƏSİ

**N.E.Abbasova, N.F.Qəhrəmanov<sup>1</sup>**  
**Bakı Dövlət Universiteti**

*İşdə binar bərk məhlulların kristallaşma cəbhəsində ifrat soyumanı aradan qaldırmağa imkan verən qidalandırıcı xəlitələrin alınması və bu cür xəlitənin tətbiqi ilə k<1 halında müxtəlif tərkib paylanmasına malik monokristalların yetişdirilməsi üsulu təklif edilmişdir.*

İşçi maddə kimi Ge-Si bərk məhlullar sistemi seçilmişdir. Təcrübə və nəzəri mülahizələr göstərir ki, bərk məhlulların qatılığı artdıqca onların monokristallarının yetişdirilmə sürətləri də kiçildirməlidir. Bunu nəzərə alaraq hazırki işdə binar bərk məhlulların kristallaşma cəbhəsində yaranan ifrat soyumanı aradan qaldırmaq və monokristallarının alınmasının yeni üsulları zona əritmə yolu ilə alınmış qidalandırıcı xəlitələrdən və kiçik kristallaşma sürətindən istifadə edilmişdir.

Bu halda zona əritmə üsulu ilə alınmış xəlitənin başlanğıcını qidalandırıcının başlanğıcı kimi istifadə etmək lazımdır.

$$C_1(t) = C_q(t) = \begin{cases} C_0 \left[ 1 - (1-k) \exp\left(-\frac{kv}{\ell} t\right) \right], & 0 \leq t \leq t_1 \text{ olduqda} \\ C_0 \left[ 1 - (1-k) \exp\left(-\frac{kv}{\ell} t_1\right) \right] \left[ \frac{\ell - (t-t_1)}{\ell/v} \right]^{k-1}, & t \geq t_1 \text{ olduqda} \end{cases} \quad (1)$$

(1)-də birinci interval qidalandırıcı xəlitənin əsas hissəsini əhatə edir, ikinci interval qidalandırıcının ərimiş zonanın eninə bərabər olan uzunluğunu əhatə edir.

Kristal boyunca ikinci komponentin konsentrasiyasının paylanmasını tapmaq üçün kəsilməzlik tənliyindən istifadə edilmişdir. Qidalandırıcı xəlitəyə, yetişməkdə olan kristala və putadakı ərintiyə aid olan parametrləri uyğun olaraq 1, 2 və 3 indeksləri ilə göstərək. Sadəlik üçün qidalandırıcı ilə kristalın yerdəyişmə sürətlərinin modulunu eyni ( $v_1=v_2=v$ ) və en kəsiklərinin sahələrini bərabər götürəcəyik ( $s_1=s_2=s$ ):

$$v_1(t) = v_2(t) = svt \quad (2)$$

Bu cür seçimdə vahid zamanda putadakı ərintiyə qidalandırıcıdan daxil olan maddənin miqdarı ondan kristallaşmaya sərf olunan maddənin miqdarına bərabərdir. Ona görə putadakı ərintinin miqdarı və həcmi kristallaşma zamanı dəyişməz qalacaq:

$$V_3(t) = V_3(0) + \frac{\rho_b}{\rho_m} (V_1(t) - V_2(t)) = V_3(0) \quad (3)$$

Birinci mərhələdə kristal boyunca ikinci komponentin konsentrasiyasının dəyişməsi tapılmışdır:

$$C_2(t) = kC_3(t) = C_0 \left\{ \left[ 1 - \exp\left(-\frac{ksv}{V_3(0)} t\right) \right] + \frac{(1-k)\ell s}{s\ell - V_3(0)} \left[ \exp\left(-\frac{kv}{\ell} t\right) \right] \right\}, \quad (4)$$

$0 \leq t \leq t_1$

$t_1$ -birinci mərhələnin sonunadək davam edən müddətdir. Onun qiyməti belə ifadə

<sup>1</sup> [heaparn@mail.ru](mailto:heaparn@mail.ru), [nadir-1945@mail.ru](mailto:nadir-1945@mail.ru)

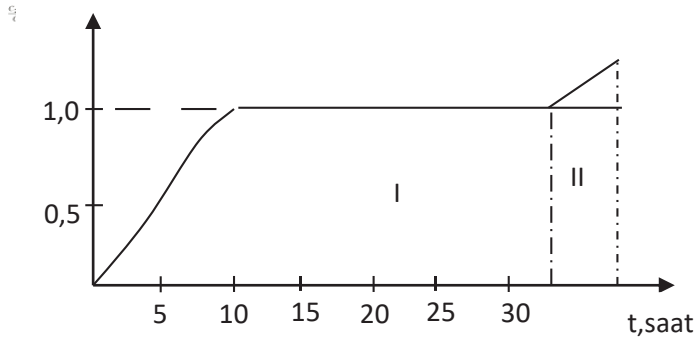
olunur:  $t_1 = \frac{L-\ell}{v} > L$  xəlitənin ümumi uzunluğu,  $\ell$  -ərimiş sonanın enidir.  $\ell$  kifayət

qədər böyük olduqda  $k < 1$  halında ikinci mərhələdən də istifadə etmək olar.

İkinci mərhələdə məsələni həll etmək üçün yenidən həcmələri ifadələrini yazaraq yenə də qidalandırıcının və kristalın yerdəyişmə sürətlərini və en kəsiklərinin sahəsini eyni götürmək lazımdır.

$$\left. \begin{aligned} V_1(t) = V_2(t) = sv t_1 + sv(t - t_1) = sv t \\ V_3(t) = V_3(0) + \frac{\rho_b}{\rho_m} (V_1(t) - V_2(t)) = V_3(0) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

$k=0,5$  qiyməti üçün (4) və (5) düsturlarından hesablanmış ikinci komponentin nisbi konsentrasiyasının ( $\frac{C_2(t)}{C_0}$  nisbətinin) kristal boyunca dəyişmə qanunu şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şək. 1.  $k=0,5$  qiyməti üçün ikinci komponentin nisbi konsentrasiyasının kristal boyunca (4) və (5)-dən hesablanmış paylanması.

Kristalın başlanğıcında ikinci komponentin konsentrasiyası sıfırdan başlayaraq tədricən artır və onun ilkin xəlitədəki qiymətinə çatdıqdan sonra sabit qalır. Praktiki məqsədlər üçün əlverişli hallarda  $k < 1$  şərti ödənildikdə kristallaşma əslində elə birinci mərhələ ilə sona çatır.

### Ədəbiyyat

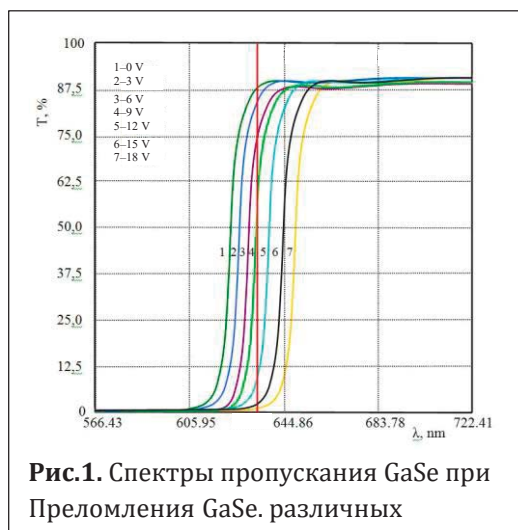
1. В.И.Тагиров. Полупроводниковые твердые растворы Ge-Si. Баку: ЭЛМ, 1983, 308 с.
2. В.И.Тагиров, Э.В.Тагиров, Н.Ф.Гахраманов. Физика полупроводников твердые растворы Ge-Si. Из-во. Сгу, Баку-Сумгайт. 2007.
3. D.L.Harame, J.H.Comfort, Y.D.Clesler, E.F.Crabbe, Y.Y.-C.Sun, M.S.Meyerson, T.Tice. IEEE Trans. On Electron Dev. Paris I and II 1995, 42 p.

## ТЕРМИЧЕСКАЯ НЕЛИНЕЙНОСТЬ В GaSe ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

И.Т.Мамедова<sup>1</sup>, А.Х.Казымзаде  
*Бакинский Государственный Университет*

Благодаря слоистой структуре, высокой поляризуемости, оптической однородности и естественным зеркальным поверхностям, кристаллы GaSe являются одним из основных материалов квантовой электроники [1]. В данной работе представлены экспериментальные результаты исследования термической нелинейности в GaSe при лазерном возбуждении.

Исследованные кристаллы GaSe были выращены методом Бриджмена. Толщина образцов составляла (20-100) микрон. В качестве источника излучения были использованы 2-ая гармоника Nd:YAG лазера ( $\lambda = 532$  нм) с частотой генерации 10 Нз, максимальной мощности  $12 \text{ MVt/cm}^2$  и длительностью импульса 10 нс.



**Рис.1.** Спектры пропускания GaSe при Преломления GaSe. различных

В пользу механизма тепловой нелинейности также свидетельствует влияние электрического поля на край полосы поглощения GaSe (рис.1). Как видно из рисунка, при приложении к образцу внешнего напряжения наблюдается сдвиг края полосы поглощения в длинноволновую область спектра. При этом сравнительно большой сдвиг  $\sim 50 \text{ мэВ}$ , наблюдается при 17В. По нашему мнению, наблюдаемый «красный» сдвиг края полосы поглощения, как и в случае термической нелинейности, обусловлен тепловым эффектом. Оценки показывают, что образцы из GaSe под действием электрического поля  $\sim 20 \text{ В}$  выделяют джоулевскую энергию  $1,9 \text{ Вт/см}^2$ . Эта величина является достаточной для нагрева образца  $\sim 55\text{-}60^\circ \text{ C}$ . С другой стороны известно, что ширина запрещенной зоны полупроводников уменьшается с температурой по закону [3]

<sup>1</sup> bayramova.ilhama@bk.ru

$$E_g(T) = 2020 \text{ meV} - \frac{0.58T^2}{T + 226 \text{ K}} \frac{\text{meV}}{\text{K}} \quad (1)$$

Согласно формуле (1) нагрев решетки  $\sim 50\text{-}60^0$  С может также привести к смещению края полосы поглощения в длинноволновую область спектра  $\sim 50$  мЭВ. В заключении отметим, что термическая нелинейность, наблюдаемая в кристаллах GaSe отличается от оптических нелинейностей, имеющих электронную природу.

#### **Литература**

1. В.М. Салманов, А.Г. Гусейнов, Р.М. Мамедов, А.А. Салманова, Н.Д. Дашдамирова. Оптика и спектроскопия, 2020, т. 128, вып.4, с. 513-516..
2. N.Peyghambarian, S.Koch. Introduction to semiconductor optiks New Jersey, 1993, p.325.
3. A.Granmayeh Rad, S.Y. Nabavi. Journal of Theor. and Appl. Physics, 2011, v. 5. p.35-39.



## **CuIn<sub>5</sub>S<sub>8</sub> MONOKRİSTALI ƏSASINDA HAZIRLANMIŞ HETEROKEÇİDİN FOTOKEÇİRİCİLİYİ**

**L.H.Həsənova, Z.M.Əliyeva<sup>1</sup>**  
**Bakı Dövlət Universiteti**  
**Fizika Fakültəsi, I Kurs (Magistrant)**

*Elektronikanın və hesablama texnikasının sürətli inkişafı yarımkeçiricilər fizikasının qarşısında yeni tələblər, geniş dalğa intervalında işləyə bilən, xarici təsirlərə, yüksək radiasiyaya, böyük təzyiqa və yüksək temperaturla davamlı yarımkeçirici maddələr və onların nazik təbəqələrinin alınmasını tələb edir. Məsələnin həlli üçün müxtəlif maddələrin qarşılıqlı təsiri öyrənilir.*

CuInS<sub>2</sub> - In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> sisteminin araşdırılması bu maddələr əsasında mürəkkəb üçqat birləşmələrin alındığını göstərmişdir [1]. Onlardan biri də CuIn<sub>5</sub>S<sub>8</sub> birləşməsidir. Onun ərimə temperaturu 1090<sup>0</sup>C olub, n-tip keçiriciliyə və geniş oblastda yüksək həssaslığa malikdir. Kristalın tətbiq edilə biləcək imkanlarını müəyyənləşdirmək məqsədi ilə baxılan işdə onun əsasında heterokeçid yaratmaq və xassələrini öyrənmək qarşıya qoyulmuşdur. Yarımkeçirici cihazların əksəriyyətinin elektrik keçidindən- keçid layına malik strukturundan ibarətdir. Bu lay yarımkeçirici materialın müxtəlif tip keçiriciliyə malik və ya xüsusi müqaviməti müxtəlif olan oblastları arasında yaranır. Elektrik keçidi yarımkeçiricinin yaradıldığı yarımkeçirici maddələrdən asılı olaraq eyni maddə əsasında reallaşan homokeçid və müxtəlif maddələr əsasında yaranan heterokeçidlər olur. Heterokeçid müxtəlif kimyəvi tərkibli yarımkeçirici materialların kontaktı vasitəsi ilə yaradılmış həcmi yüklər oblastına malik sistemlərə deyilir[2]. Heterokeçidlər də həm eyni(n-n və ya p-p), həm də müxtəlif(p-n və ya n-p)tip keçiriciliyə malik yarımkeçiricilər arasında yarana bilər. Birinci növ heterokeçidlər izotip, ikincilər isə anizotip heterokeçidlər adlanır. Yarımkeçirici cihazlarda əsasən anizotop heterokeçidlər istifadə olunur. Heterokeçidlərin alınmasında əsas çətinlik kontakta gətirilən materialların qəfəs sabitlərinin və istidən genişlənmə əmsallarının yüksək dəqiqliklə uyğunlaşması tələbi ilə əlaqədardır. Əks halda ayrılma sərhədində böyük miqdarda müxtəlif təbiətli defektlər yaranır və nəticədə heterokeçidin xarakteristikaları xeyli pisləşir. CuIn<sub>5</sub>S<sub>8</sub> kristalı əsasında optik kontakt üsulu ilə heterokeçid yaradılmışdır. Onlara gümüş pastasından omik kontaktlar qoyulmuşdur. Müəyyən olunmuşdur ki, hazırlanmış nümunələrin hamısı düzləndirmə əmsalı  $U=2V$  gərginlikdə  $10^2 - 10^3$  olub diod xarakteri daşıyır.

### **Ədəbiyyat**

1. Тагыров В.У., Гахраманов Н.Ф., Гусейнов А.Т., Новые тройные халокоцениды на основе элементов I и III групп// Физические свойства сложных полупровод. Ников / - Баку, 1882, 148 с
2. Н.М.Тугов, Б.А.Гябов, Царыков Н.А. Полупроводниковые приборы М., 1990, 575 с.

<sup>1</sup> zohrali222@gmail.com

## ŞÜALANMIŞ $\text{CuInS}_2$ KRİSTALININ VOLT AMPER XARAKTERİSTİKASININ TƏYİNİ

**A.Z.Abasova, S.M.Mehdiyeva<sup>1</sup>**

Aydındır ki, şüalanma müxtəlif defektlər, ilk növbədə Frenkel defektləri yaradır. Şüalanma nəticəsində yaranan defektlər ilkin defektlərlə qarşılıqlı təsirdə olaraq materialın fiziki xassələrinə, o cümlədən elektrik xassələrinə ciddi təsir göstərir və nəticədə fiziki xassələrdə dəyişiklik əmələ gəlir. Aydındır ki, defektlər qadağan olunmuş zonada lokal səviyyələr yaradır. Bu səviyyələrin parametrlərini təyin etmək üçün  $\text{CuInS}_2$  kristalında VAX-lar çıxarılmış və həcmi yüklərlə məhdudlaşmış cərəyan rejimi ödənildiyindən lokal səviyyənin dərinliyi, səviyyədə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası hesablanmışdır.

Yarımkeçirici materialların VAX-sı lokal səviyyələrin paylanma xarakterindən asılıdır. Yarımkeçiricilərdə VAX-nın və injeksiya cərəyanlarının araşdırılması lokal səviyyələrin parametrləri haqqında məlumat almağa imkan verir. Aparılan araşdırmalardan lokal səviyyələrin konsentrasiyası, onların qadağan olunmuş zonada energetik vəziyyətləri, yükdaşıyıcıların tutulma en kəsinin vəziyyəti haqqında məlumatlar almaq mümkündür. Bu məqsədlə  $\text{CuInS}_2$  kristallarının müxtəlif temperaturlarda və  $10^2 \div 10^5$  V/sm elektrik sahəsində VAX araşdırılmış və alınmış nəticələr elmi ədəbiyyatda olan nəzəri və təcrübi işlərlə müqayisə edilmişdir.  $\text{CuInS}_2$  birləşməsinin müxtəlif temperaturlarda alınmış VAX -nin omik, “tələli” kvadratik və “tələsiz” kvadratik hissələrində cərəyanın qiyməti kəskin dəyişir. Cərəyanın müşahidə edilən dəyişməsi, yarımkeçirici materiallar üçün xarakterikdir və elektrik sahəsinin qiymətindən asılı olaraq lokal səviyyələrin ionlaşma dərəcəsiindən asılıdır. İnjeksiya olunmuş yükdaşıyıcıların tələlərdə tutulması və bu səbəbdən yaranan həcmi yüklər oblastının cərəyanın axma mexanizminə təsiri Lambert nəzəriyyəsi əsasında təhlil edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki,  $J \sim f(U)$  asılılığı həcmi yüklərlə məhdudlaşan cərəyanlar üçün xarakterik xüsusiyyətlərə malikdir. Belə cərəyanlar üçün omik hissə

$$J = en\mu \frac{U}{L}$$

“tələli” kvadratik hissə isə

$$J = e\theta\varepsilon\varepsilon_0\mu \frac{U^2}{L^3}$$

düsturları ilə ifadə olunurlar. Burada e- elementar yük, n-sərbəst elektronların konsentrasiyası,  $\mu$ -cərəyan daşıyıcılarının yürüklüyü, U- gərginlik, L- elektrodlar arasındakı məsafə,  $\varepsilon_0$ -elektrik sabiti,  $\varepsilon$ - materialın dielektrik nüfuzluğu,  $\theta$ - tələlərin dolma dərəcəsidir.

Omik hissədən kvadratik hissəyə keçid gərginliyi temperaturun dəyişməsi ilə  $U_{keç} = 8-12$  V intervalında dəyişir. Gərginliyin bu qiymətləri, VAX-nın omik hissəsindən “tələli” kvadratik hissəsinə keçid gərginliyinin

$$U_k = \frac{L^2 en_0}{\theta\varepsilon\varepsilon_0}$$

düsturundan hesablanmış qiymətlərinə uyğun olmuşdur.

Tələlərin dolma dərəcəsi  $\theta$  kəmiyyəti cərəyanın kəskin artması hissəsindən

<sup>1</sup> mehdiyeva396@gmail.com

$$\theta = \frac{j_1}{j_2}$$

nisbəti ilə təyin edilir. Burada  $j_1$ -cərəyanın kəskin artmağa başladığı halın əvvəlindəki cərəyan sıxlığı,  $j_2$ - isə kəskin artma hissəsinin sonunda cərəyan sıxlığıdır.

Lambert nəzəriyyəsiindən istifadə etməklə tarazlıq halında sərbəst elektronların (keçiricilik elektronlarının) konsentrasiyası ( $n_0$ ), cərəyan daşıyıcılarının yüüklüyü ( $\mu$ ) və tələlərin konsentrasiyası ( $N_t$ ) hesablanmışdır. Otaq temperaturunda bu kəmiyyətlər üçün  $n_0 = 1,24 \times 10^{11} \text{ sm}^{-3}$ ,  $\mu = 2,1 \text{ m}^2 \text{ V}^{-1} \text{ san}^{-1}$  (omik oblast üçün),  $N_t = 7,7 \times 10^{13} \text{ sm}^{-3}$  qiymətləri alınmışdır.

### **Ədəbiyyat**

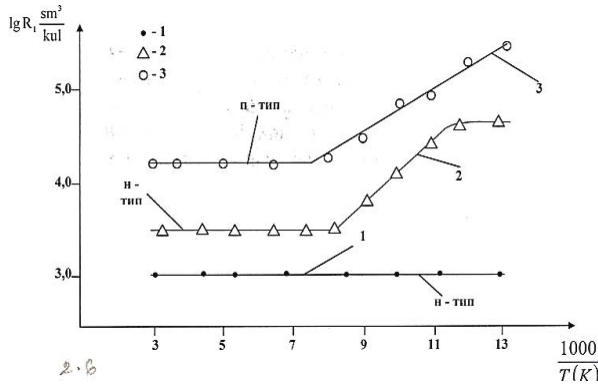
1. В.С.Вавилов. Действие излучения на полупроводники, М., 1963, 408 с.
2. Э.М.Керимова. Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов, Баку, 2012, 214 с.

## TERMİK İŞLƏMƏ NƏTİCƏSİNDƏ n-TİP GE-Sİ BƏRK MƏHLULLARI MONOKRİSTALINDA DONOR MƏRKƏZLƏRİNİN YARANMASI

N.F.Qəhrəmanov, S.P.Ələkbərova<sup>1</sup>  
Bakı Dövlət Universiteti

Keçiriciliyi n-tip olan nümunələrin termik işləməsi zamanı müəyyən olunmuşdur ki, kristallarda yeni donor mərkəzləri meydana çıxır. Bu donor mərkəzləri o zaman müşahidə olunur ki, Sb aşqarının yaratdığı dayaz mərkəzləri praktiki olaraq tam kompensasiya olunsun, ancaq yeni tipi (n-tip) də dəyişməz qalsın.

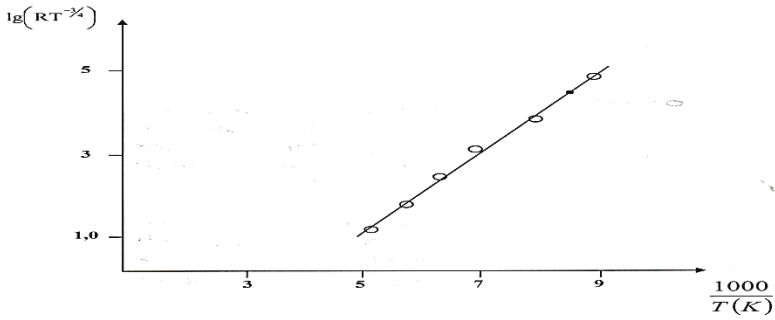
Şəkil 1-də bu cür nümunələrdən birinin termik işləmədən əvvəl (1 əyrisi) və sonra Holl əmsalının temperaturdan asılılığı verilmişdir. Termik işləmədən əvvəl n-tip nümunədə elektronların konsentrasiyası  $n=7,5 \cdot 10^{15} \text{sm}^{-3}$ -ə bərabər olmaqla bütün temperatur intervalında sabitdir. Bu onu göstərir ki, ilkin nümunədə n-tip keçiricilik dayaz donor mərkəzləri tərəfindən yaradılmışdır, yəni Sb-un kompensasiya  $7,5 \cdot 10^{15} \text{cm}^{-3}$ -dür. Bu kristaldan düzəldilmiş nümunə  $850^{\circ}\text{C}$ -də 1 saat qızdırılıb, kəskin soyudulduqdan sonra onun Holl əmsalının temperatur asılılığı şəkildə 2 əyrisi ilə verilmişdir. Nümunənin keçiriciliyi yenə də n-tip qalmışdır. Aşağı temperatur oblastında temperaturun azalması ilə R artır və nəhayət doymaya uğrayaraq sabit qalır. Maye azotun qaynama nöqtəsinin yaxınlığında R-in sabit qalması bu hissədə keçiriciliyin Sb-un donor mərkəzləri ilə yarandığını göstərir.



Şək. 1. n-tip kristallarda termik işləmədən əvvəl (1) və sonra (2,3) Holl əmsalının temperatur asılılığı.

$$\lg(n'T^{-3/2}) = \lg C' - \frac{\mathcal{E}_d^{(T)}}{k} \cdot \frac{10^3}{T}$$

<sup>1</sup> samiraalakbarova481@gmail.com



Şəkil 2.  $\lg(RT^{3/4})$  -ün  $\frac{1000}{T}$  -dən asılılığı.

Şəkil 2-dən görüldüyü kimi, bu asılılıq düz xətt verir. Onun meyl bucağına görə termik mərkəzlərin aktivləşmə enerjisi hesablanmışdır:

$$\varepsilon_d^{(T)} \cong 0,04eV$$

Nümunənin qızdırılıb kəskin soyudulduqdan sonra p-tipə çevirməsi onu göstərir ki, qızdırma temperaturunda yaranan termik akseptor mərkəzlərinin konsentrasiyası ondakı Sb-un konsentrasiyasından böyükdür.

Keçiriciliyi n-tip nümunələr üzərində müşahidə olunan daha da maraqlı nəticələr alınmışdır. Kristal 850<sup>0</sup>C-də və 940<sup>0</sup>C-də 1 saat qızdırıldıqdan sonra kəskin soyudulmuşdur. Bu kristalların konsentrasiyası elə seçilmişdir ki, həm onlarda termik donor səviyyəsini aşkar etmək mümkün olsun, həm də onlarda yükdaşıyıcıların ionlaşmış aşqar mərkəzindən səpilməsi nəzərə çarpacaq dərəcədə olsun. Sonuncu şərti ödəmək Sb-un kristalda konsentrasiyasını mümkün qədər böyük götürməklə əldə edilmişdir ( $N_{Sb} \sim 5 \cdot 10^{16} \text{sm}^{-3}$ ).

Beləliklə, təklif edilmiş mexanizm termik işləmə nəticəsində alınan bütün təcürübi faktları izah etməyə imkan verir. Göstərilmişdir ki, Ge-Si bərk məhlulları monokristallarında termik işləmə zamanı qadağan olunmuş zonada üç diskret səviyyə yaranır. Onlardan ikisi akseptor, biri isə donor tiplidir. Hər üç səviyyənin aktivləşmə enerjisi tapılmışdır.

### Ədəbiyyat

1. В.И.Тагиров. Полупроводниковые твердые растворы Ge-Si. Баку: Элм, 1983.
2. Swalin R.A., Phys. Rev.125, 1427, 1962.
3. С.А.Медведев. Введение в технологию полупроводниковых материалов. М.: Высшая школа, 1970

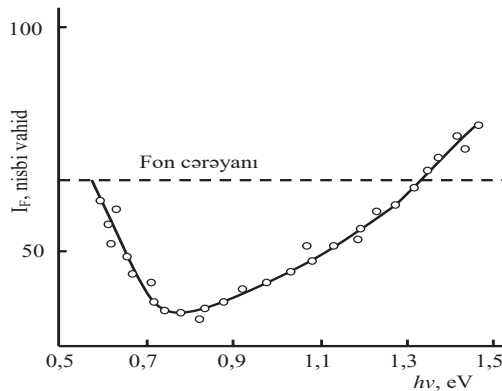
## Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> MONOKRİSTALINDA FOTOKEÇİRİCİLİYİN SÖNMƏSİ

L.H.Həsənova, T.E.Məhəmmədli<sup>1</sup>  
Bakı Dövlət Universiteti

Müəyyən şəraitdə yükdaşıyıcıların valent zonasından qadağan olunmuş zolaqda yerləşən aşqar səviyyələrinə həyəcanlanması fotokeçiriciliyin sönməsinə səbəb ola bilər. Yükdaşıyıcıların belə həyəcanlanması istilik (termik sönmə), optik (optik sönmə) və elektrik sahəsi vasitəsilə həyata keçirilə bilər.

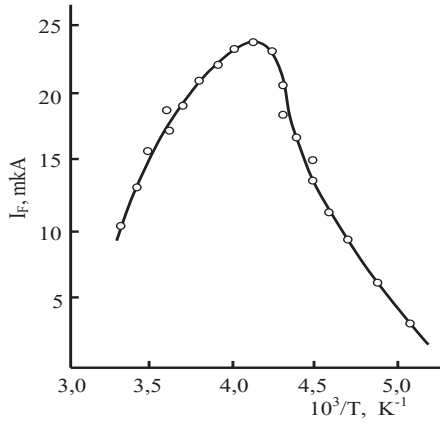
İşdə Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> monokristalında fotokeçiriciliyin optik və temperatur sönməsi öyrənilmişdir. Fotokeçiriciliyin optik sönməsi aşkar həyəcanlaşma zamanı rekombinasiya mərkəzlərinin boşalmasının birbaşa nəticəsidir. Optik və temperatur sönməsinin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, məxsusi işıqla yaranmış fotocərəyan spektrinin müəyyən oblastundakı işıqla və ya temperaturla azala bilər. Ölçmələr üçün bütöv monokristaldan 4x2x0,5 mm<sup>3</sup> ölçüdə nümunələr kəsilmiş onlara gümüş pastadan omik kontakt vurulmuşdur. Hazırlanmış nümunələrin 300 K-də yükdaşıyıcıların konsentrasiyası və yürüklüyü uyğun olaraq  $n=10^{16}$  sm<sup>-3</sup> və ya  $\mu=10\div30$  sm<sup>2</sup>/V·s-dir. Elektrik sahəsi laylar istiqatmətində tətbiq olunmuşdur. Ölçmələr 77 K-də aparılmışdır. Tədqiq olunan bütün nümunələrdə 0,6-1,3 eV oblastında fotokeçiriciliyin infraqırmızı sönməsi müşahidə olunur (şəkil 1).  $h\nu > 1,3$  eV-da fotokeçiricilik böyüməyə başlayır. Infraqırmızı sönmənin dərinliyi məxsusi və aşqar işıqların intensivliklərinin nisbətindən təyin olunur.

Fotokeçiriciliyin temperatur asılılığı göstərmişdir ki temperaturu 150 K-dən 300 K-ə qədər artırıdıda fotocərəyan əvvəlcə artır ki, bu əsas yükdaşıyıcıların yaşama müddətinin artması ilə izah olunur. 240 K-də fotocərəyan azalmağa başlayır. 240÷300 K oblastında fotocərəyanın temperatur sönməsi müşahidə olunur (şəkil 2).



Şəkil 1. 77 K temperaturunda Cu<sub>3</sub>In<sub>5</sub>S<sub>9</sub> monokristalında fotokeçiriciliyin optik sönməsi.

<sup>1</sup> turkan9616@mail.ru



**Şək. 2.**  $Cu_3In_5S_9$  monokristalında fotokeçiriciliyin temperatur asılılığı.

### **Ədəbiyyat**

1. В.И.Тагиров, Н.Ф. Гахраманов, А.Г. Гусейнов. Новый класс тройных полупроводниковых соединений типа. Баку, 2001, 303 с.
2. А.Г.Кязым-заде, Гасанова Л.Г., Магомедов А.З., Джахангирова С.А. АМЕА-нын хəбəр-лəri, fizika-riyaziyyat və texniki elmlər seriyası, fiz. və astronom., Bakı, XXVII, 2008, №2, s. 266-268

## **QRAFİT MONOTƏBƏQƏSİ İLƏ ÖRTÜLMÜŞ PASSİV SƏTHDƏ PALLADIUM ATOMLARININ VƏ KI MOLEKULLARIN BİRGƏ ADSORBSİYASI**

**X.M.Baloglanova, A.K.Orucov**  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, III kurs*

Platin qrup metalların bir çox katalitik heterogen reaksiyalar üçün katalizator kimi istifadə edildiyi məlumdur. Ancaq bu cür səthlərdə yaranan karbon örtük (necə olmağından asılı olmayaraq) bu cür reaksiyaları dayandırır. Göstərilmişdir ki, Ir (111) - C-nin valent doymuş səthində yaranan samariumun nöqsan qüsurları üzərində CsCl molekullarının dağılması zamanı dissosiasiya əmsalı 10-6-10-3 arası birliyə qədər artır. Bundan sonra göstərilmişdir ki, bu cür səthlərdə CsCl molekullarının Ba, K, Na, Li, Pt və digər elementlərin atomları ilə birgə adsorbsiyası zamanı dağılma əmsalı artır. Göstərildi ki, Ba, K, Na, Li atomları bir CsCl molekulu ilə kimyəvi reaksiya verir, yəni həcmli bir reaksiya meydana gəlir və bu səbəbdən dissosiasiya əmsalı artır. Platin vəziyyətində kimyəvi bir reaksiya baş vermir, dissosiasiya əmsalının artması metalların səthində CsCl molekulunun katalitik dağılması ilə izah olunur. Buna görə karbon tərkibli metal səthlərdə qələvi halid duzları (qələvi metal halidləri) qrupundan molekulların dağılmasının tədqiqi böyük praktik və nəzəri əhəmiyyətə malikdir. Bu sənəddə Cs və Pd atomlarının bir KI molekulu ilə karbon örtülmüş bir iridiy səthində qarşılıqlı təsirinə araşdırmasının nəticələri təqdim olunur, həmçinin palladiy atomlarının dağılma kinetikasi müzakirə olunur.

**Eksperimental texnika.** Təcrübələr ətraflı təsviri içərisində olan yüksək vakuumlu maqnit kütləsi spektrometrik (MS) quraşdırma şəraitində aparılmışdır. Ölçüləri 50 mm x 1.5 mm x 0.03 mm olan bir iridium lent giriş yarığının qarşısında M-C mərkəzində yerləşdirildi. Atomların iridium lentinin səthinə axması buxarlandırıcıdan gəldi, zərurət olduqda cihazın xaricindən bir elektromaqnit tərəfindən idarə olunan bir çəkim tərəfindən bloklana bilər. TE-lərin termoelektrik yayılma cərəyanı bir antinatron şəbəkəsi olan bir kollektorda, ikincili ion-elektron çarpan istifadə edərək MS çıxışı zamanı PI atomlarının səthi ionlaşma cərəyanı ilə ölçüldü. Bantdan çıxarılan neytral atomların axını, zərurət olduqda, ionlaşma kamerasında elektron təsiri ilə ionlaşdı.  $T > 1300\text{K}$ -də iridiyinin (111) üzündə bir qrafit monolayeri giriş sistemindən MC mənbəyinə benzol vurmaqla əldə edilmişdir. (111) iridium üzündə bir qrafit monolayeri əmələ gəldikdə, onun işləmə funksiyası 5.8 eV-dən 4.5 eV-ə qədər azaldı və əlavə olaraq iridiumda bir qrafit monolayerinin meydana gəlməsi CsCl molekullarının dağılması ilə də təyin olundu, dissosiasiya əmsalı üz üçün = 1-dən aşağı düşdü (111) Ir üçün qrafit (Ir-C) ilə monolayer olan Irın (111) üzü üçün = 10-3 10-5. Iridium lentinin temperaturu bir pirometrik pəncərə vasitəsi ilə optik pirometr ilə ölçüldü və pirometrik olmayan bölgədə bu asılılığı otaq istiliyinə ekstrapolyasiya edərək temperaturun közərmə cərəyanından asılılığından tapıldı. Cihazdakı qalıq qaz təzyiqi ~ 5.10-10 tor idi.

**Eksperimental nəticələr və onların müzakirəsi.** KI molekullarının və K atomlarının səthi ionlaşmasını təmiz bir iridium və karbonla örtülmüş iridiumun bir yara ilə səthində ionlaşmasını araşdırdıq. Təmiz bir iridiy səthindən karbonla örtülmüş bir səthə keçərkən KI molekullarının dissosiasiya əmsalı temperaturdan asılı olaraq birlikdən 10-3-10-2-ə qədər azaldığı göstərildi. Dissosiasiya əmsalının azalması səthin



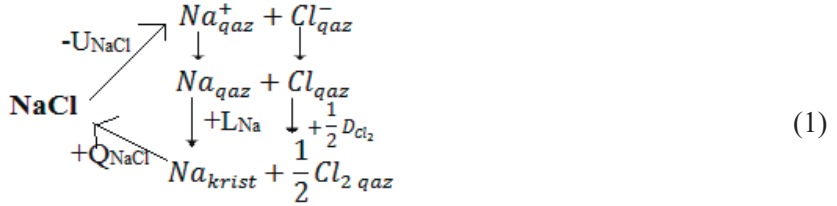
valentliyi səbəbindən molekulların dissosiasiyasının dayandırılması ilə əlaqələndirilir. KI molekullarının dağılmasını bərpə etmək üçün Cs atomlarının axını alternativ olaraq Ir-C səthinə yönəldildi və Pd. Cs atomlarının və KI molekullarının birgə adsorbsiyası zamanı kalium ion cərəyanı aşkar edilmədi. Fikrimizcə, bu, KI molekulları və Cs atomları arasında bir mübadilə reaksiyasının baş vermədiyini və ya bəlkə də öyrənilməli başqa bir səbəbin olduğunu göstərir. Palladium vəziyyətində bir ion cərəyanı aşkar edildi. Təcrübələr göstərdi ki, Ir (111) -C səthində palladi örtük (monolayer və ya çoxluqlu monolayerin bir hissəsi) aşağı temperaturda (300 400) K yaranır. Otaq temperaturunda Ir-C səthində palladium örtük əldə etdikdən sonra artan temperatur ilə bir kalium ion cərəyanı aşkarlandı.  $T >$  eşikdə (ərik  $\sim 800$  K), ion cərəyanı iridiumun təmiz səthindən cərəyanın, demək olar ki, dəyərinə çatdı. Təmiz Ir (111) səthindən və Ir (111) -C-Pd səthindən gələn ion cərəyanlarının dəyərini müqayisə edərək deyə bilərik ki, palladi örtülmüş (və ya adalar) KI molekullarının dağılmasını tamamilə bərpa edir. Kalium ion cərəyanı ya KI molekulu ilə reaksiya məhsulundan, ya da KI  $K + I$ ,  $K K + + e$  sxemində görə KI molekullarının katalitik dağılmasından sonra K atomlarının səthi ionlaşması nəticəsində yaranmalıdır. Birinci halda, KI molekulu ilə adada yerləşən palladium atomları arasında bir reaksiya olsaydı, o zaman palladium atomları reaksiyaya sərf olunmalı və nəticədə adanın sahəsi azaldılmalıdır. Ir (111) - C-də palladiya adalarının dağılması ilə əlaqədar bir araşdırma göstərdi ki,  $T < 700$  K-də adaların sahəsi praktik olaraq dəyişmir və nəticədə mübadilə reaksiyası baş vermir. Sonra ikinci seçim, yəni molekulların katalitik dağılması halında qalır, lakin burada dağılma mexanizmi ilə bağlı çox sual yaranır. hansı ... Hesablamalar üçün [] -də təqdim olunan modeldən istifadə etdik. Temperatur yüksəldikdə (və ya sabit bir desorbsiya temperaturu  $T > 760$  K), kənar atomlar adanın perimetrindən buxarlanır və buna görə də ada sahəsindəki azalma səbəbindən ion cərəyanı azalır. Aparılan təcrübələrdən, adaların nisbi sahəsi  $S / S_0$  müəyyən edildikdən sonra, palladium atomunun adanın kənarlarından ayrılması enerjisi hesablandı. Bunun üçün  $T_1 = 760$  K və  $T_2 = 980$  K iki temperaturda palladiumun nisbi sahəsinin  $S / S_0$ -nin məruz qalma müddətinə (desorbsiya) asılılığı qurulmuşdur ki, bu da Şəkil 2-də göstərilmişdir. Sonra formulaya görə eyni  $S / S_0$  dəyərlərindən

$E = 1$  eV çıxan ikiölçülü sublimasiyanın aktivləşdirmə enerjisini təyin etdi.

## NaCl KRİSTALININ İLİŞMƏ ENERJİSİNİN HESABLANMASI VƏ DISSOSASIYA ENERJİSİNİN TƏYİNİ

Ş.A.Axundova, A.K.Orucov \*  
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi, II kurs

İon kristalı üçün ilişmə enerjisi-U, kristalın əmələgəlmə Q-enerjisinə bərabər deyil, lakin ondan tapıla bilər. Bunun üçün Born və Qaber [1] təklif etdiyi dairəvi prosedən istifadə etmək olar.



Prosesin birinci mərhələsində kristal ion qazına ayrılır. Bunun üçün kristalın  $U_{\text{NaCl}}$  enerjisi qədər enerji tələb edilir. Sonra ion qazının atomar Na və Cl qazına çevrilməsi baş verir. Bu zaman Na atomunun ionlaşma potensialına bərabər  $+J_{\text{Na}}$  enerjisi ayrılır. Cl atomu üçün isə elektronun hərislik enerjisi qədər  $-\varepsilon_{\text{Cl}}$  enerji udulur. Daha sonra isə Na buxarlarının kondensasiya edərək metallik Na əmələ gətirməsinə və 2 atomlu Cl molekulunun yaranmasına baxılır. Hər 2 proses enerjisinin ayrılması ilə müşayiət olunur. Na üçün bu enerji kristalın sublimasiya istiliyinə  $+L_{\text{Na}}$  enerjisinə və molekulyar Cl-un dissosiasiya enerjisinin yarısına bərabər olurlar. Prosesin sonu standart şəraitdə götürülmüş komponentlərdən NaCl kristalının əmələ gəlməsi prosesi olur. Bu zaman

NaCl-un əmələ gəlmə istiliyinə bərabər qədər enerji ayrılır  $+Q_{\text{NaCl}}$ . Buradan,

$$U_{\text{NaCl}} = Q_{\text{NaCl}} - \varepsilon_{\text{Cl}} + \frac{1}{2} D_{\text{Cl}_2} + J_{\text{Na}} + L_{\text{Na}} \quad (2)$$

(2) ifadəsində sağ tərəfdəki bütün hədlər məlumdur. Bu imkan verir ki, ion kristalının enerjisini eksperimental təyin etmək mümkün olsun.

Cədvəldə NaCl r üçün enerjinin hesablanmış qiymətləri verilmişdir.

Kristal	U, erq/mol·10 <sup>-12</sup>					U, kkal/mol	
	-Ae <sup>2</sup> /r	C/r <sup>6</sup>	Be <sup>-r</sup> /ρ	ε <sub>0</sub>	U	hesablanmış	Təcrübi eksperiment
NaCl	-14.18	-0.20	+1.63	+0.12	-12.63	-183.1	-181.3

Bu hesablamalarda ionların Kulon qarşılıqlı təsir enerjini, eləcə də Van-der-Vals cəzibmə enerjisi  $c/r^6$ , itələmə enerjisi və sıfırıncı  $\varepsilon_0$  enerjisi nəzərə alınmışdır. Axırncı 2 sütunda hesablamadan və təcrübədən tapılmış qiymətlər verilmişdir.

Bir sıra alimlər, məsələn, A.E. Feresman və A.F. Kapustinski ion kristalının enerjisinin qiymətinin tapılmasına dair sadələşmiş düstur təklif etmişlər. A.F. Kapustinski

$$U_0 = -\frac{Z_1 Z_2 e^2 Na}{r_1} \left( 1 - \frac{1}{n} \right) \quad (3)$$

(3) ifadəsinin köməyi ilə aşağıdakı düsturu vermişdir:

$$U_0 = -287.2 \frac{\sum mZ_1Z_2}{r_A + r_k} \left( 1 - \frac{0.345}{r_A + r_k} \right)$$

$r_A$  və  $r_k$ - ionların radiusları,  $z_1$  və  $z_2$ - isə onların yük ədədləridir.

Atomlardan ion əmələ gəlməsi enerjisi ionlaşma enerjisi ilə hərislik enerjilərinin cəbri cəmi kimi müəyyən edilir. Aşağıda NaCl molekulundan ion əmələ gəlməsi göstərilmişdir:

$$Na + Cl \begin{cases} Na^+ + Cl^- = -5.1 + 3.7 = -1.4eV \\ Na^- + Cl^+ = +0.2 - 13.0 = -12.8eV \end{cases}$$

Hər iki halda ionlar bir-birinə  $2.5 \text{ \AA}$  -ə qədər yaxınlaşdıqda Kulon qarşılıqlı təsir enerjisi eyni olur və

$$U = eV = \frac{e^2}{r} = e \frac{4.8 \cdot 10^{-10}}{2.5 \cdot 10^{-5}} SQSE = 1.9 \cdot 10^{-16} SQSE = 5.7eV$$

olur. NaCl üçün enerjinin bu qiyməti spektroskopik təcrübədə tapılmış qiymətlə eynidir. Bu enerji birinci halda ionların əmələ gəlməsi işindən çoxdur, ikinci halda isə kifayət qədər azdır. İon molekulu neytral atomlara parçalanmaya nəzərən dayanıqsızdır.  $Na^+Cl^-$  ion molekulunun neytral atomlara dissosiasiya enerjisi 4.6 eV olur. Nəzəri şəkildə hesablanmış bu enerjiləri səthi ionlaşma hadisəsinə görə də tapmaq mümkündür. Səthi ionlaşma dedikdə, yüksək temperaturlara qədər qızmış metalın səthində, molekulların dissosiasiya edərək ionlaşması və yaxud atomların ionlaşması başa düşülür. [2]

Metalın səthinə düşən molekulun dissosiasiya enerjisindən molekulun komponentlərinin ionlaşma enerjisindən, səthin çıxış işindən və s. asılıdır. Burada baxılan enerjiləri təyin etmək üçün Şottki tsiklindən istifadə edilir. Şottki tsiklində əgər səthə adsorbsiya etmiş atomun və ya molekulun buxarlanma istilikləri məlum olarsa, onda ionlaşma enerjisini və molekulun dissosiasiya enerjisini tapmaq olar. [2]-də alınan nəticələrdən istifadə edərək NaCl molekulu üçün dissosiasiya enerjisi komponentlərin ionlaşma enerjiləri və adsorbsiya desorbsiya sürətlərini ifadə edən əmsallar, o cümlədən tezlik faktoru da hesablanmışdır.

### **Ədəbiyyat**

1. Оруджов А. К. Диссоциация молекул NaCl на поверхности рения и рения с углеродным покрытием. Вестник БГУ, серия физ-мат.наук, 2005, № 4, с.36-40
2. Жданов Г.С. Физика твердого тела. М., 1962, 498 с.

## THE LAW OF REFRACTION IN METAMATERIALS

**J.M.Abbaszade<sup>1</sup>, R.J.Gasimova**

*Baku State University*

*Physics faculty, II course*

Materials built from specially formed microscopic structures can have electromagnetic properties that differ from the properties of any substances of natural origin. In particular, these metamaterials may have a negative refractive index, which means that they refract light in a completely different way. A layer of negative refraction material can act as a super lens, which can surpass existing positive refractive lenses. Such a superlens can create images with details that are smaller than the diffraction resolution limit allows, which limits the operation of all optical elements with a positive refractive index. Although most of the experiments with metamaterials were performed at microwave frequencies, in the future these materials will also be able to work at shorter, infrared and optical wavelengths.

Californian scientists have constructed a metamaterial consisting of alternating conductors and RRC assembled in the form of a prism. Conductors provided negative  $\epsilon$ , and rings with cuts provided negative  $\mu$ . The result should have been a negative refractive index. For comparison, a prism of exactly the same shape was made of Teflon, for which  $n=1.4$ . The researchers directed the microwave beam to the face of the prism and measured the intensity of the waves emerging from it at different angles. As expected, the beam underwent positive refraction at the teflon prism and negative at the metamaterial prism.

### References

1. Reversing Light with Negative Refraction. John B. Pendry and David R. Smith // *Physics Today*. Vol. 57. No. 6. P. 37–43. June 2004.

---

<sup>1</sup> *jamilya.abbaszade@mail.ru*

## РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЕ ФИКА ДЛЯ ДИФФУЗИИ АТОМОВ КАЛИЯ В ИРИДИЙ ПОКРЫТОЙ МОНОСЛОЕМ ГРАФИТА

А.Б.Лалакишиев<sup>1</sup>, А.К.Оруджов  
Физический факультет, БГУ, II курс

Известно что, диффузия – это необратимый и неравновесный процесс, приводящий к установлению равновесного распределения концентраций внутри фаз и приводящий к выравниванию химических потенциалов компонентов системы. Важнейшими законами диффузии являются первый и второй законы Фика: I закон Фика:

$$j = -D\nabla c, \quad (1)$$

где  $j$  - диффузионный поток,  $D$  - коэффициент диффузии,  $\nabla c$  - градиент концентрации; знак “минус” означает, что поток направлен в сторону уменьшения концентрации;

II закон Фика (для одномерной диффузии в направлении  $x$ ):

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D \frac{\partial c}{\partial x} \right), \quad (2)$$

в случае независимости  $D$  от концентрации  $c$ , принимающий вид

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \quad (3)$$

Решение уравнению (2) и (3) имеет различный вид в зависимости от граничных условий. В частности, для диффузии из постоянно-действующего источника граничными условиями являются:

$$c(0,t) = c_0; c(x,0) = 0, \quad (5)$$

при учете которых решение имеет вид:

$$c(x,t) = c_0 \left( 1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}} \right) \quad (6)$$

$$\operatorname{erf} z = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z e^{-z^2} dz \quad (7)$$

функция ошибок Гаусса (сокращение  $\operatorname{erf}$  - от error function) используется также обозначение  $\operatorname{erfc} z = 1 - \operatorname{erf} z$  - дополнительная функция ошибок (error function complement).

При диффузии адатомов из интеркалированной зоны с постоянной поверхностной концентрацией в металл, для нашего случая хорошо выполняется граничные условия

$$c(0,t) = 0; c(x,0) = c_0. \quad (8)$$

Учитывая эти начальные условия для концентрации  $c(x,t)$  получается выражения

$$c(x,t) = c_0 \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{Dt}}. \quad (9)$$

Сравнивая литературные данные для разных начальных условий диффузии видим

<sup>1</sup> lelekisiyevvvvlii@gmail.com

что, на все конечные результаты решения уравнения Фика всегда входит в величина  $L = \sqrt{Dt}$  которое имеет размерность длины и носит название *диффузионной длины*. Физический смысл этого параметра среднее расстояние, которое преодолевают диффундирующие частицы в направлении выравнивания градиента концентрации за время  $t$ . Не следует путать диффузионную длину с длиной свободного пробега частицы, которая определяется как среднее расстояние, проходимое частицей между двумя последовательными актами рассеяния. Если считать что, из интеркалированной области атомы диффундируются в виде положительных одновалентных ионов тогда в условиях термодинамического равновесия применимо соотношение Эйнштейна, связывающее коэффициент диффузии заряженных частиц с их подвижностью

$$\mu = \frac{eD}{kT} \quad (10)$$

Второе уравнение Фика, учитывающее как диффузионную, так и миграционную составляющие при отсутствии рекомбинации имеет вид:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} \pm \mu_{\pm} E \frac{\partial c}{\partial x} \quad (11)$$

где знак «-» для движения положительных зарядов (с подвижностью  $\mu_+$ ) и «+» для отрицательных (подвижность  $\mu_-$ ),  $E$ -напряженность электрического поля. Варьируя формул (1)-(11) можно вычислять и оценить разные параметры диффузии.

## **p-Si/n-Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub>/Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>O/TiO<sub>2</sub> HETEROKEÇİDLƏRİNİN FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİ**

**Ə.S.Abiyev**

***Bakı Dövlət Universiteti***

***Fizika fakültəsi, I kurs***

İşdə TiO<sub>2</sub> və Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>O yarımşəffaf keçirici laya malik p-Si/n-Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub> nazik təbəqəli heteroqəçidlərin fotoelektrik xassələrinin n-Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub> nazik təbəqələrinin tərkibindən (x və y-in qiymətlərindən) və arqon mühitində termik işlənmə rejimindən asılılığı da tədqiq edilmişdir. Aparılan təcrübə tədqiqatlarında III və II formaya malik In cərəyan kontaktlı heteroqəçidlərdən istifadə olunmuşdur. Cərəyan kontaktları BVI-5 tipli qurğuda yüksək vakuumba termik buxarlanma yolu ilə hazırlanmışdır.

Cərəyan kontaktlarının ümumi sahəsi 0.43 sm<sup>2</sup>, işıqlanan hissələrin sahəsi isə 0.39 sm<sup>2</sup> olmuşdur. Fotoelektrik ölçmələri zamanı işıq mənbəyi kimi, 0.93 sm<sup>2</sup> işıq ləkəsində parlaqlığı 120 Mkd/m<sup>2</sup> (və ya 96 mVt/sm<sup>2</sup>) olan ksenon lampasından və ya hallogen lampasından istifadə edilmişdir. Ksenon lampası spektrin ultrabənövşəyi və görünən oblastlarında bütöv spektrə, spektrin yaxın infraqırmızı oblastında isə 800-850 nm dalğa uzunluğu oblastında güclü şüalanmaya malikdir. Tədqiqatlar zamanı istifadə edilmiş MDR-12U tipli monoxromatordan nümunə üzərinə düşən kənar işıqlanmaların qarşısını almaq üçün isə xüsusi işıq filtrlərindən istifadə olunmaqla yanaşı, həm də monoxromatorun çıxış diafraqmasının yarığı çox dar endə götürülmüşdür.

Müəyyənləşdirilmişdir ki, bilavasitə çökdürülmədən sonra tədqiq etdiyimiz müxtəlif tərkibli n-Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub> nazik təbəqələri əsasında hazırlanmış heteroqəçidlərin hər biri fotoaktiv (inteqral və ya monoxromatik) işıqla işıqlandırıldıqda fotovoltaiq effekt nümayiş etdirir. Bu zaman onların bir heterofotoqəvirici kimi, f.i.ə.-nin qiyməti Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub> nazik təbəqələrinin tərkibindən, eləcə də arqon mühitində termik işlənmənin temperaturundan və müddətindən kəskin asılıdır. Termik işlənməmiş heteroqəçidlərin fotoeffektivliyi çox kiçikdir. Müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq olunan müxtəlif tərkibli heteroqəçidlərin hamısı üçün spektrin uzun dalğalar sərhədi Si-un qadağan olunmuş zolağının (E<sub>g</sub>= 1.12 eV), qısa dalğa uzunluğu oblastındakı maksimumu isə n-Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub> nazik təbəqələrinin qadağan olunmuş zolağının eni (E<sub>g</sub>= 1.44 – 3.6 eV) ilə təyin olunur.

Bu heteroqəçidlərin spektrin qısa dalğalar oblastında zəif fətohəssaslıq nümayiş etdirməsi, bilavasitə çökdürmədən sonra nazik təbəqələrin səthinə absorbsiya olunmuş oksigen molekullarının özlərini akseptor mərkəzləri kimi apararaq, nazik təbəqələrin həcmindən elektronları rekombinasiya etmələri nəticəsində təbəqələrin xüsusi müqavimətini yüksəltməsi ilə izah edilə bilər.

Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub> nazik təbəqələrinin tərkibində tellurun miqdarının artması ilə onların fətohəssaslığı yüksəlir və spektrin qısa dalğalar tərəfdən sərhədi daha da kəskinləşir. Bu fakt tellurlu birləşmələrin oksigenə qarşı daha dayanıqlı olduğunu təsdiqləyir və onların praktiki tətbiq imkanlarını artırır. Tədqiq olunan strukturların fətohəssaslığının spektrin qısa dalğalar oblastında işığın dalğa uzunluğundan asılı olaraq sürətlə artması Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub> nazik təbəqələrində fotoqəçiriciliyin zonalaraarası düz qəçidlərlə bağlı olması ilə izah oluna bilər. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, fətohəssaslıq spektrinin konturunun eni nazik təbəqələrin qalınlığından asılı olaraq

dəyişir - ən geniş spektr 0.2 mkm qalınlıqlı nazik təbəqələr əsasında heteroqəçidlərdə müşahidə edilir. Fotohəssaslığın spektrin orta hissəsində ossilyasiya xarakterli olması tədqiq edilən heteroqəçidlərin aşağı temperaturalarda alınması ilə əlaqədar olaraq qəçid oblastının tam formalaşmadığını, yəni mikro- və ya nano-heteroqəçid matrislərinin müxtəlif cür fotohəssaslıq nümayiş etdirmələri ilə izah edilə bilər. Qəçid oblastının tam formalaşmaması heterofotoelementlərin zəif fotoelektrik parametrlər nümayiş etdirməsi ilə nəticələnir.

Bilavasitə çökdürülmədən sonra p-Si/n-Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub> heteroqəçidlərində qısa qapanma cərəyanı sıxlığının ( $J_{qq}$ ), boşuna işləmə gərginliyinin ( $U_{ad}$ ) və gücün ( $P$ ) nazik təbəqələrin tərkibindən asılılıq qrafikləri əsasında müəyyən edilmişdir ki, hətta qəfəs parametrlərinin yaxşı uzlaşmasına baxmayaraq, p-Si/n-Cd<sub>0.25</sub>Zn<sub>0.75</sub>S<sub>0.8</sub>Te<sub>0.2</sub> heteroqəçidləri çox kiçik qiymətə malik fotoelektrik parametrləri nümayiş etdirir:  $J_{qq} = 3,4 \text{ mA/sm}^2$ ,  $U_{ad} = 131 \text{ mV}$ ,  $FF = 0,43$ ,  $P = 445 \text{ mkVt/sm}^2$ ,  $\eta \approx 0,2 \%$ .

Arqon mühitində termik işlənmədən sonra tədqiq olunan heteroqəçidlərin fotohəssaslığının spektri qısa dalğa uzunluğu oblastında əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Belə ki, onun qısa dalğalar tərəfdən sərhəd kəskinləşir, fotocərəyanın ossilyasiyaları zəifləyir və spektrin geniş oblastında (0,4 – 0,9 mkm) yüksək fotohəssaslıq müşahidə olunur. Maksimal fotohəssaslıq arqon mühitində 390<sup>0</sup>C-də 14 dəqiqə ərzində termik işlənmədən sonra təmin olunmuşdur. Daha yüksək temperaturalarda və daha uzunmüddətli termik işlənmədən sonra tədqiq olunan heteroqəçidlərin fotohəssaslığı kəskin olaraq azalır ki, bu da nazik təbəqə komponentin səthində baş verən elektron-molekulyar proseslərlə izah edilir. Apardığımız ölçmələr göstərir ki, optimal rejimdə termik işlənmədən sonra p-Si/n-Cd<sub>0.25</sub>Zn<sub>0.75</sub>S<sub>0.8</sub>Te<sub>0.2</sub> heteroqəçidlərinin fotoelektrik parametrləri aşağıdakı qiymətlərə çatır:  $U_{ad} = 584 \text{ mV}$ ,  $J_{qq} = 14.54 \text{ mA/sm}^2$ ,  $FF = 0.6$  və  $\eta = 6.7 \%$ .

### **Ədəbiyyat**

1. H.Mamedov, M.Muradov, Z.Konya, A.Kukovecz, K.Kordas, D.P.Hashim, V.Mamedov, Preparation and investigation of p-GaAs/n-Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Te<sub>y</sub> heterojunctions deposited by electrochemical deposition, // Journal of Solar Energy Engineering, v.136, No 4, p. 044503-1-4, 2014
2. H.M.Məmmədov, V.C.Məmmədova, N.Ə.Rəhimova, Zn<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>O nazik təbəqələrinin optik xassələrinə katod çökdürmə potensialinin təsiri / "Opto, nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası" VI Respublika Elmi praktik konfransının materialları, s., Bakı, 2014
3. H.M.Mamedov, V.C.Mamedova, Sh.A.Shamilova, R.V.Veliyev, Electronic properties of TiO<sub>2</sub>/ Cd<sub>1-x</sub>Zn<sub>x</sub>S<sub>1-y</sub>Se<sub>y</sub>/GaAs nano-structured UV sensors / Proc. Of International Conf. on "Nuclear radiation nanosensors and nanosensory systems", Tbilisi, Georgia, 2014, p.94-94
4. H.M.Məmmədov, V.C.Məmmədova, Zn<sub>1-x</sub>Cd<sub>x</sub>O nazik təbəqələrinin optik xassələrinə və səth morfologiyasına katod çökdürmə potensialinin təsiri // Azerbaijan Journal of Physics, v.XX, № 4, p.67-74, 2014
5. Rosniza Hussin, Go Hock Seng, Nur Syahraain Zulkiflee, Zawati Harun, Mohamed Nasrul Mohamed Hatta, və Muhamad Zaini Yunos // AIP Conference Proceedings 2068, 020096 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5089395> Published Online: 06 February 2019
6. R.A.Zargar, M.A. Bhat, H.A.Reshi, S.D. Khan / CdZnO coated film: A material for photovoltaic applications / Results in Physics // <https://sci-hub.tw/10.1016/j.rinp.2018.02.027>



## THEORETICAL STUDY OF DEFECTS IN CdMnTe

<sup>1,2</sup>M.A.Mehrabova, <sup>1</sup>G.E.Kazimova<sup>1</sup>Baku State University, Baku, Azerbaijan<sup>2</sup>Institute of Radiation Problems of ANAS

CdTe based thin film materials as CdMnTe are one of the leading materials for high-efficiency, low-cost, and thin-film solar cells. They have advantages for photovoltaic applications, such as a direct band gap, allowing to absorb solar energy in thin films. Its band gap of 1.5 eV -2.5 eV at room temperature is in the range for maximum conversion efficiency of a single absorber solar cell. These materials are widely used for radiation detectors. However, the nature of the defects in CdMnTe thin films has been subject of controversy for long time, and its identification frequently relies on ab initio calculation of the defects and impurities formation energies. Density functional theory (DFT) is the most popular framework for ab initio calculations.

In this work the defect formation energy for a charged defect (Cd and Te vacancies) in CdMnTe of 64 atoms supercell are studied by ab-initio calculations. It was considered Te-rich, Cd-rich conditions. The calculations are performed in ATK program within the spin- polarized DFT and the local spin density approximation with regard to Hubbard-U correction (LSDA+U) on double zeta double polarized (DZDP) basis.

Formation energy of a defect in a charge state  $q$  is defined as following:

$$E_{form}(q) = E_{tot}(def) - E_{tot}(id) - \sum n_i \mu_i + q(E_F + E_{VBM}(bulk)) - \Delta E_{form} \quad (1)$$

here  $E_{tot}(def)$  is the total energy of a supercell containing the defect,  $E_{tot}(id)$  is the total energy of the ideal supercell,  $n_i$  is the number of  $i$ -th type of (host or impurity) atoms that are transferred from the supercell to the atom reservoir while forming the defect,  $n_i = -1 (+1)$  if an atom is removed (added), and  $\mu_i$  is the chemical potential of the  $i$ -th atomic species. Thus, this part of the equation depicts the interchange of atoms between the perfect crystal and the atoms reservoirs.

Chemical potential of  $i$ -th atomic species  $\mu_i$  is referenced here to the chemical potential of the elemental solid  $\mu_i(id)$  according to  $\mu_i = \mu_i(id) + \Delta\mu$ . Chemical potentials depend on experimental growth conditions, which range from cation-rich to Te-rich. They determine formation energies, because formation of a defect requires exchange of atoms between the host and the reservoirs. For instance, when a substitutional  $Mn_{Cd}$  is created, Mn atom is taken from the reservoir of Mn and embedded into the host substituting Cd, and the Cd atom is removed from the host and put into the reservoir of Cd. Consequently,  $E_{form}$  of  $Mn_{Cd}$  increases when the  $\mu_{Mn}$  decreases and/or  $\mu_{Cd}$  increases, as explicitly reflected in Eq. (1). Chemical potentials are variables subject to firm bounds. For example,  $\mu_{Cd}$  assumes the maximum value when the growth occurs under Cd-rich conditions, that is  $\mu_{Cd} = \mu_{Cd}(id)$  and  $\Delta\mu_{Cd} = 0$

Thermodynamic equilibrium requires that  $\mu_{Cd}$  cannot be higher than the energy of bulk Cd,  $\mu_{Cd}(id)$ , otherwise precipitates of metal Cd in the bulk or at the surface would form. Similarly, Mn- or Te-rich conditions define the upper limits of  $\mu_{Mn}$  by  $\Delta\mu_{Cd} = 0$  and  $\Delta\mu_{Te} = 0$  respectively. On the other hand, lower bounds of chemical potentials are given by

$$\Delta\mu_{Cd} + \Delta\mu_{Te} = \Delta H_f(CdTe)$$

where  $\Delta H_f(CdTe)$  is the heat of formation of CdTe. Thus, in the case of CdMnTe at Cd-rich conditions,  $\Delta\mu_{Cd} = 0$  eV,  $\Delta\mu_{Te} = \Delta H_f(CdTe) = -0.75$  eV, and at the Te-rich conditions  $\Delta\mu_{Te} = 0$ ,  $\Delta\mu_{Cd} = \Delta H_f(CdTe) = -0.75$  eV.

## PAYLANMIŞ DƏYİŞƏN TUTUMLU UZUN BORUDA İONLAŞMA DALĞASININ XARAKTERİ

Q.A.Muradova<sup>1</sup>, M.N.Ağayev  
Bakı Dövlət Universiteti

*Bu işdə uzun boru boyunca paylanmış dəyişən tutumun boşalmanın dinamikası mexanizminə təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, tutumun boru boyunca dəyişməsi ionlaşma dalğasının sürətinin boru boyunca dəyişməsinə heç bir təsir göstərmir.*

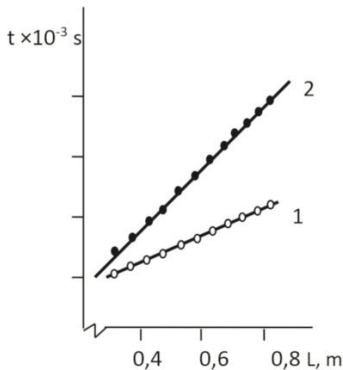
Uzun boşalma aralığında deşilmə prosesi təbiətdə və texnikada geniş yayılmış fiziki hadisələrdəndir. Belə deşilmə prosesində qazda ionlaşma cəbhəsinin hərəkəti baş verir ki, bu həcmi yüklərlə müşahidə olunur. Bizim işimizdə əsas məqsəd uzun boru boyunca paylanmış dəyişən tutumun boşalmanın dinamikası mexanizminə təsirini tədqiq etməkdir.

Ölçmələr borunun daxilində  $2 \cdot 10^{-6}$  Torr tərtibində vakuum yaratmaq imkanı verən standart qurğuda aparılmışdır. Daxili diametri 3,2 sm və elektrodlar arasında məsafə 80 sm olan şüşə qazboşalması borusunda deşilmə tədqiq edilmişdir

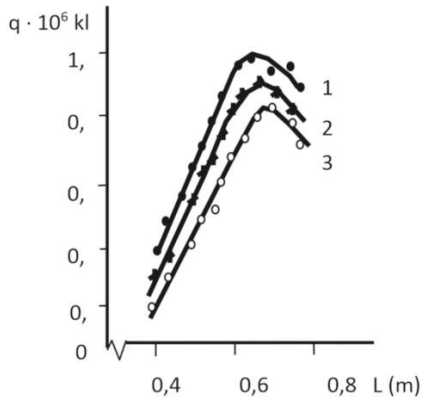
Elektrodlardan birinə gərginlik verdikdə dalğa yaranır. Dalğanın boru boyunca hərəkəti zamanı potensial daşınır və onun borudakı hərəkəti işıqlanma ilə müşayiət olunur. Bu zaman divarın potensialı alışdırıcı elektrodun potensialına qədər yüklənir, alışdırıcı elektroddan uzaqlaşdıqca ionlaşma dalğasının sürətinin necə asılı olması maraqlı kəsb etdiyindən bizim işdə bu məsələyə baxılmışdır.

Alınmış nəticələr belə bir fikrin söylənməsinə əsas verir ki, tutumun boru boyunca dəyişməsi ionlaşma dalğasının sürətinin boru boyunca dəyişməsinə heç bir təsir göstərmir. Sürətin qiyməti yalnız elektrodla verilən gərginliyin amplitudasının qiymətindən və tezliyindən asılıdır. Sürətdən fərqli olaraq boru boyunca hər bir santimetrə düşən paylanmış  $C_0$  tutumu divara axan  $q_0$  yükünə nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir göstərir.

Borunun hər bir santimetrinə düşən yükün alışdırıcı elektroddan olan məsafədən asılılıq qrafiki şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 1.



Şəkil 2

<sup>1</sup> rossemuradova@gmail.com

Qrafikdən görünür ki, bu asılılıq monoton olmayıb, alışdırıcı elektrodan uzaqlaşdıqca  $q_0$  yükünün qiyməti əvvəlcə artaraq maksimumdan keçərək sonra azalmağa başlayır.

## ZnS<sub>1-x</sub>Se<sub>x</sub>{Mn} TƏBƏQƏLƏRİNİN OPTİK XASSƏLƏRİ

M.H.Həsənova<sup>1</sup>, M.Ə.Cəfərov

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi

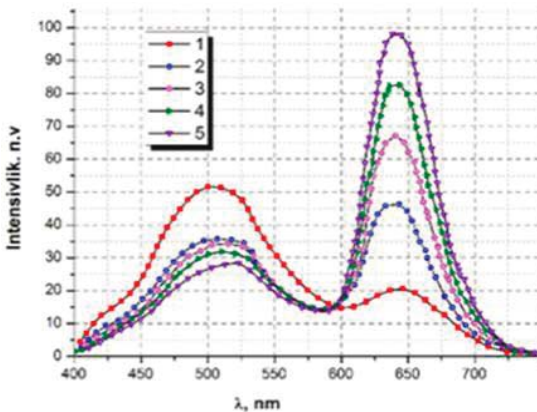
*ZnSSe:Mn nazik təbəqələrinin kimyəvi çökdürmə üsulu ilə alınmasına baxmışıq. Bundan başqa ZnSSe:Mn təbəqələrinin altlıq üzərində udma və fotoluminesseniya spektrlərini nəzərdən keçirmişik.*

ZnSSe:Mn nanozərrəcikli kimyəvi çökdürmə (CBD) üsulu ilə alınmışdır. Alınma zamanı altlığın hazırlanma üsulu, tərkibin seçilməsi və alınma prosesin özünün rolu çox böyükdür.

ZnSSe təbəqələrin çökdürülməsi Zn<sup>2+</sup> mənbəsi olan sink xloridlə (ZnCl<sub>2</sub>) selen oksid (SeO<sub>2</sub>), S<sup>2-</sup> mənbəsi olan tiokarbamid ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CS) və ammiakın (NH<sub>4</sub>OH) aralarında gedən reaksiyaya əsaslanmışdır. Silisium və şüşə altlıqlarında ZnSSe:Mn nazik təbəqələri tərkibində sink xloridlə (ZnCl<sub>2</sub>), selen oksid (SeO<sub>2</sub>), və S<sup>2-</sup> mənbəsi olan tiokarbamid ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> CS) ilə marqans xloridi (MnCl<sub>2</sub>), ammiak (NH<sub>4</sub>OH) və dimetilsulfid ((CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO) olan məhluldan çökmə üsulu ilə alınmışdır. 0,1 M ZnCl<sub>2</sub> sulu məhlulunu 0,05 M SeO<sub>2</sub> və 0,05 M SC(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> sulu məhlulunu qarışdırılıb, həmçinin MnCl<sub>2</sub> 99:1 nisbətində məhlulda qarışdırılıb. Bu məhlulda altlıqlar bir dəqiqədən on dəqiqəyə qədər saxlanılıb. ZnSSe:Mn nanozərrəciklərin yetişdirilməsi hidrokimyəvi çökdürmə üsulu ilə aşağıdakı ardıcılıqla keçirilib: maye olan dörd qab istifadə olunub. Birinci qabda sink xloridi və ammiak qatqısı olan marqans xloridi olub, ikinci və dördüncü qabda distillə olunmuş su, üçüncü qabda tiokarbamid və dimetilsulfid məhlulu olub. Altlıqlar bu qablarda müvafiq olaraq 20 san, 10 san, 20 san və 10 san saxlanılıb. Bu proses 30 dəfə təkrar olunub.

Şəkil 1-də şüşə altlıq üzərində ZnSSe:Mn nanozərrəciklərin fotoluminesseniya spektri verilmişdir.

FL spektrlərin və intensivliklərin ölçüdə və dimetilsulfid maddəsinin miqdarından asılılığı öyrənilmişdir. FL spektrlərinin dəyişməsi göstərir ki, Mn-in molyar konsentrasiyası artdıqca, uzundalğalı zolağın intensivliyi artır.



Şək. 1.

Məqanla aşqarlanmış ZnSSe nanokristallarının digərləri ilə müqayisədə əsas üstünlüyü onların aşağı toksikli, həyəcanlı halda yüksək yaşama müddətinə malik, temperatur və ətraf mühit dəyişikliklərinə dayanıqlı olmasıdır.

<sup>1</sup> meri.hesenova@mail.ru

## ZnS{Co,Cr} NANOQURULUŞLU TƏBƏQƏLƏRİNİN FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİ

A.Ş.Əsgərova<sup>1</sup>, M.Ə.Cəfərov  
Bakı Dövlət Universiteti  
Fizika fakültəsi

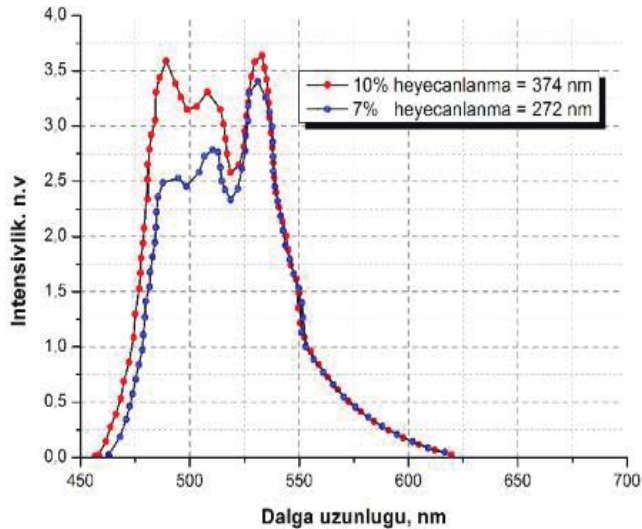
*Co-ın ZnS nanozərrəciklərinin lüminessent xassələrinə təsirinə baxaq. Bundan başqa sintez şəraitinin ZnS:Co zərrəciklərin ölçülərinə və lüminessensiyanın intensivliyinə təsirinə nəzərdən keçirək.*

Sink xloridin, kobalt xloridin, yüksək (0,1 M) və kiçik (0,01 M) konsentrasiyalı tioqliserinin sulu məhlulları etanolda hazırlanmışdır. pH-ın qiyməti NaOH-ı əlavə etməklə 2 – 10 çatdırılmışdır. Reaksiyanın ümumi vaxtı iki saata yaxın olub. Temperatur 30 – 70 °C tərtibində saxlanılmışdır. Sonra lövhələr havada qurudulub və ZnS:Co zərrəciklərin tozu alınmışdır. ZnS:Co nanozərrəciklərin optik udma spektrləri UV-Vis (Cary 100) spektrofotometri vasitəsi ilə çıxarılmışdır.

Lüminessensiya spektrləri həyəcanlaşdırıcı dalğa uzunluğu 370 nm olan LF-5 Perkin Elmer spektrometr vasitəsi ilə ölçülmüşdür. ZnS:Co nanozərrəciklərin qalınlıqları ~ 85 nm tərtibində olub.

ZnS:Co təbəqələrin lüminessensiya spektrləri şəkil 1-də verilmişdir. Müəyyən olunub ki, lüminessensiya spektrləri iki komponentə ayrılır: şüalanma zolağının kənarı və əsas şüalanma.

ZnS:Co nanostrukturunun lüminessensiya mexanizmi belə izah oluna bilər: həyəcanlamadan sonra enerji keçirici zonadan tələlərin xırda səviyyələrində yerləşən yükdaşıyıcılara ötürüləcək. Bu yükdaşıyıcılar isə enerjini ya Co<sup>2+</sup> ionlarına verəcək və ya deffektlərlə rekombinasiya edəcək. Şəkildə ZnS:Co müxtəlif leqirə dərəcəsində lüminessensiya spektrləri verilmişdir. Lüminessensiya spektrlərində 444, 478 və 530 nm, müvafiq olaraq zolağın kənarına, xırda və dərin tələlərə aid olan üç pik görünür.



Şək. 1.

<sup>1</sup> esgerovaaytel89@gmail.com

Gördüyümüz kimi təmiz ZnS nanokristallar 5,10 % ZnS:Co nanostrukturulara nisbətən ölçülərə görə daha ensiz paylanıb. Ona görə də onların emissiya intensivliyi daha yüksəkdir.

Aktivləşməmiş stexiometrik tərkibli ZnS təbəqələrinin fotolyuminessensiya spektri 434 nm-də kükürd vakansiyaları ( $V_S$ ) ilə bağlı maksimuma və 464 nm-də 600 nm-ə qədər uzanan enli zolağa malikdir. Əyrinin asimmetrik quruluşu spektrin mürəkkəbliyini göstərir və onu 415, 434, 464 və 495nm-də pik vəziyyətinə malik dörd qrup emissiyaya ayırırlar.

## **SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> PHOTONIC CRYSTALS DOPED WITH RARE EARTH ELEMENTS**

**S.H.Farziyeva<sup>1</sup>, H.A.Shirnova**

*Baku State University, Faculty of Physics, III course*

Photonic crystals are periodically repeating optical nanostructures. There are one-dimensional (1D), two-dimensional (2D), three-dimensional (3D) structured photonic crystals. Photon crystals can be used in all areas of science and industry where light manipulation is required. One-dimensional photon crystals are defined as structures in which layers that differ from each other by their dielectric properties are arranged periodically in one direction. These types of photon crystals have the simplest structure compared to others. The main requirement for these structures is a sharp difference in the refractive indexes of the repeated layers. For this purpose, SiO<sub>2</sub> and MgF<sub>2</sub> are mostly used as materials with low refractive index, however TiO<sub>2</sub>, ZnS, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and etc. as materials with high refractive index is used. SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> 1-dimensional photonic crystals were examined in this study.

One-dimensional SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub> photonic crystal was grown on a one-dimensional photon crystal borosilicate glass. Furthermore, the elements Samarium (Sm) and Cerium (Ce) chemical compounds were introduced as additives. It is known that both metals are rare earth elements, and their inclusion in the system of multilayer photoncrystals improves the optical properties of the material.

Thus, doped and undoped SiO<sub>2</sub> / TiO<sub>2</sub> photonic crystals, were obtained and investigated. Note that Sm and Ce elements were doped only in the SiO<sub>2</sub> layer. In all cases, the thickness of the layers was the same. The structure of doped and undoped samples was studied by XRD, FT-IR methods, morphology by SEM method, optical properties by UV-vis spectroscopy. Photonic band gap was calculated by Kubelka-Munk function:

$$\alpha h \nu = A \sqrt{h\nu - E_g}$$

FT-IR analysis of photonic crystal revealed that there is a Ti-O-Si chemical bond between amorphous SiO<sub>2</sub> and anatase TiO<sub>2</sub> layers. Morphological investigation of the samples showed that with the increasing the number of the layers, the cracks on the surfaces also raised. However, the inclusion of Sm and Ce reduced amounts of cracks. At the same time, it has been found that as the the value of photonic band gap depends on concentration of Sm and Ce. Finally both doping elements enhanced photonic crystal property by increasing color diversity and vividness.

### **References**

1. J.D. Joannopoulos, P.R. Villeneuve, S.H. Fan, Photonic crystals: Putting a new twist on light (vol 386, pg 143, 1997), Nature, 387 (1997) 830-830.
2. S. John, Strong Localization of Photons in Certain Disordered Dielectric Superlattices, Phys Rev Lett, 58 (1987) 2486-2489.
3. E. Yablonovitch, Inhibited Spontaneous Emission in Solid-State Physics and Electronics, Phys Rev Lett, 58 (1987) 2059-2062.
4. H. Altug, D. Englund, J. Vuckovic, Ultrafast photonic crystal nanocavity laser, Nat Phys, 2 (2006) 484-488.

---

<sup>1</sup> *sabina\_farziyeva@mail.ru*

## **ТЕКСТУРНО-СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД КАТЕХСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

**F.N.Nəbiyev<sup>1</sup>, N.Ə.Novruzov**  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Geologiya fakültəsi*

Катехское месторождение полиметаллических руд залегает на южном склоне Большого Кавказа в области крайне пересеченного рельефа местности.

Следующие типы рудных текстур были выделены на месторождении Катех: 1) массивные, 2) жильно-обломочные, 3) рассеянно-вкрапленные. Основными рудными минералами Катехского месторождения являются пирит, сфалерит, медный колчедан, галенит. Вторичные рудные минералы представлены красно-коричневым пиритом, вюрцитом, арсенопиритом, и мельниковитом, наличие серебра и золота отмечено в небольших количествах.

Специфичным для колчеданно-полиметаллических руд Катехского месторождения является проявление полисульфидных смесей. Одним из основных видов сростаний являются колломорфные сульфидные образования-почки пиритового состава. Характерной структурой полиминеральных сульфидных руд является наличие коротких линзовидных прожилков халькопирит-галенитового и халькопирит-свалеритового состава.

Основными текстурными типами руд являются массивные, обломковидные (брекчированные в сочетании с пятнисто-вкрапленными) и прожилково-вкрапленные. Обломковидные руды являются господствующими в «Первой» залежи, в краевой части которой широко развиты исключительно конкреционные руды. Во «Второй» залежи руды массивного сложения составляют основную часть (около 70%), а остальную — обломковидные руды.

Получившее на Катехском месторождении широкое развитие в пространственном сонахождении с этим природным типом руд брекчиевые и брекчиевидные текстуры считаются одним из важнейших индикаторов низкой степени преобразования кочеданных залежей. Образование обломковидных обособлений сульфидов во вмещающих породах и рудах исследуемого месторождения связывают с явлением диспергирования и выщелачивания вещества пород с последующим замещением и заполнением образовавшихся при этом полостей поликомпонентными гелеподобными стустками и с более поздней раскристаллизацией и сегрегацией сульфидной смеси.

---

<sup>1</sup> [fuadbdu@gmail.com](mailto:fuadbdu@gmail.com)



## **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ЧАСТИ ЮЖНОГО СКЛОНА БОЛЬШОГО КАВКАЗА**

**F.N.Nəbiyev<sup>1</sup>, N.Ə.Novruzov**  
***Bakı Dövlət Universiteti***  
***Geologiya fakültəsi***

Южный Склон Большого Кавказа охватывает Туфанский и Сарыбашский структурно-фолмационные зоны. В пределах выше отмеченного узла Кехнемеденской зоны смятия сочлены две продольные, которые в свою очередь имеют различные морфогенетические типы рудовмещающие складчатые структуры. Карабчайская антиклиналь на южном склоне Большого Кавказа включает в себя колчеданные месторождения, которые имеют различия как по метаморфизму руд, так и по морфологии и масштабам залежей.

На территории Южного Кавказа в пределах Филизчайского, Кацдагского и Катехского месторождений были найдены в породах не подвергшиеся эрозии Фауна в породах Тоара и Аалена относившиеся по мнению экспертов к юрскому периоду.

Процессы термометаморфизма протекавшие в период границы триаса и нижнего лейаса привело к образованию сланцев прихребетной части Большого Кавказа тем же возрастом датируются имеющие наибольший возраст дайки.

Следовательно, глины, пески и юдры отлагались в палеозое-триасе, а метаморфизм и превращение их в аспидные слюдистые сланцы произошли в более позднее время (геттант-плинсбах).

Катехское рудное тело приручено к южному борту Туфанского антиклинория, ограниченного с севера Гамзагорской, а с юга Малкамкдской надвиговыми зонами. Вырисовывающийся между ними приподнятый блок, Названный Гобуздяринской гостантиклиналью, осложнен подчиненными структурами, вытянутыми в северо-западном направлении.

В геологическом строении месторождения участвует среднеюрские песчано-глинистые толщи, которые снизу верх подразделяются на глине-сидеритовую и песчанно-сланцевую (джиминская) свиты, относящиеся к верхнему к верхнему аалену, хиналугскую свиту (байос) ленточно-сланцевую (бат). Также стоит отметить сходство между Колчеданно-полиметаллическими и меднопиротиновых месторождений Большого Кавказа что обособленно сходством условий образования.

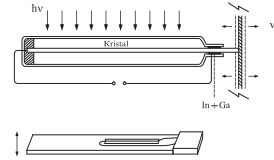
---

<sup>1</sup> [fuadbdu@gmail.com](mailto:fuadbdu@gmail.com)

## $TlInTe_2$ BİRLƏŞMƏSİNİN BƏZİ TƏTBİQ OLUNMA SAHƏLƏRİ

E.M.Qocayev, N.F.Məmmədzaadə  
Azərbaycan Texniki Universiteti

Məlum olduğu kimi sənayenin müxtəlif sahələrinin inkişafında vibrasiya problemi daima təsadüf olunan problemdir. Belə ki, hətta bu qurğuların layihələrinin, formalarının, kütlələrinin və əlaqələndirici detallarının azacıq dəyişməsi onlardan istifadə olunma imkanlarını məhdudlaşdırır. Beləliklə, vibrasiya hərəkətdə olan qurğular üçün önəmli məsələdir. Bu problemin həlli üçün rəqs edən sistem kimi adətən xarici maqnit sahəsi tərəfindən həyəcanlandırılan müxtəlif rezonatorlardan istifadə edilir. Biz bu problemin həll edilməsi üçün xüsusi olaraq  $TlInTe_2$  kristalından hazırlanmış ötürücüdən istifadə olunmaqla yaradılmış qurğudan istifadə edilməsini təklif edirik. Bu qurğu rəqs edən sistemin xarakteristikasının məxsusi tezliyi, forması, amplitudu və digər parametrləri barədə ətraflı məlumat almağa imkan verir. Bu istiqamətdə aparılan tədqiqat işləri göstərmişdir ki,  $TlSe$  - tip birləşmələrin əsasında



Şək.1. Vibroötürücülər və vibroşupların konstruksiyasının sxemi

kiçik ölçülü (mikro) vibroötürücülər və vibroşuplar yaratmaq olar (şəkil 1) [1,2]. Həmin vibroötürücüləri fərqləndirən əsas xüsusiyyətlər kimi aşağıdakıları qeyd etmək olar:  
- kiçik səviyyəli vibrasiyaları qeyd etmək üçün yüksək həssaslığa ( $0,03 \mu$  tərtibdə) malik olmaları (maqnit vibratorlarında bu  $\sim 1 \mu$  tərtibdə olur).

Amma turbinlərin layihələndirilməsi zamanı onların işləmə müddətində müxtəlif düyünlərində baş verən vibrasiyaların nəzərə alınması danılmaz həqiqətdir. Qeyd olunan və bunlara analogi digər rəqsi kənara çıxmaları nəzərə almaqla, baza elementi kimi  $TlInTe_2$  kristalından istifadə etməklə yüksək həssaslığa malik (amplitudun dəyişmə intervalı  $0.005 \div 0.125 \mu$ ) olan qeydedici cihazlar yaratmaq olar. Müəyyən konkret hal üçün amplitudun dəyişmə diapazonu kristalın həndəsi konfigurasiyası və vibroötürücülərin quruluşu ilə təyin edilir (şəkil 1.a,b).

Müəyyən nöqtələrdə kiçik vibrodəyişmələr, həssas elementləri  $TlInTe_2$  kristalının nazik telləri olan mikroşuplardan (şəkil 1a) böyük vibrodəyişmələri isə bu kristallardan xüsusi hazırlanmış pyezoötürücülərlə qeyd etmək olar (şəkil 1. b).

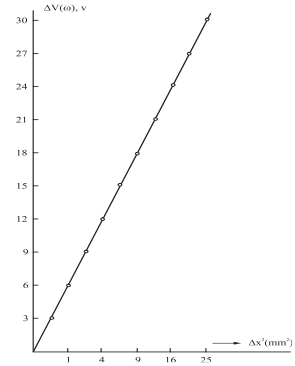
$TlSe$  - tip kristallar əsasında yaradılmış vibroötürücülərin mühüm xüsusiyyətlərindən biri də siqnalın səviyyəsinin geniş ( $0 \leq \nu \leq 90kHs$ ) tezlik intervalında tezlikdən asılı olmamasıdır, siqnalın səviyyəsi yalnız vibrodəyişmənin qiymətindən asılı olur. Bu əlamət xüsusi qeyd olunmalıdır. Ona görə ki, mövcud induksiya, tutum, akustik və həmçinin həssas elementi barium titan olan pyezoelektrik vibroötürücülərdə vibrosiqnal ( $\Delta V_V \sim \alpha \nu^2$ ) tezlikdən kəskin asılı olur.  $TlInTe_2$  -nin qeyd olunan müsbət keyfiyyətlərinə görə onların və analoglarının əsasında yaradılmış vibroötürücülərdən

istifadə edilməsi mürəkkəb məsələlərin həllini asanlaşdırır (şəkil 2). Bu vibroötürücülərin ən əhəmiyyətli xüsusiyyətləri kimi, onların ölçülərinin kiçik olmasını, çəkirlərinin az olmasını, tədqiq olunan vibrasiyaların qeyd olunmasını dəqiq təyin edə bilməsini göstərmək olar. Məlum olduğu kimi mövcud seysmik ötürücülər, adətən çox böyük ölçüyə və çəkiyə malik olduqlarından onlardan geniş miqyasda istifadə etmək çətin olur.

Məsələn, təzyiqli ölçmək üçün istifadə olunan BP-2 tip tutum vibroşupunun kütləsi 100-200 q-dan az olmadığı halda,  $TlInTe_2$  -dən hazırlanan mikroşupların kütləsi  $0,5 \div 2,5$  q tərtibində olur.

$TlSe$  -tip kristallar əsasında vibroötürücülərin daha bir üstün cəhəti odur ki, onlardan istifadə edildikdə dəyişən maqnit sahəsi onların vibrasiyasının qeyd edilməsinə əngəl törəmə bilmir.

Mövcud vibroötürücülərlə, xarici dəyişən sahə 30 ersteddən böyük olduqda, istifadə olunması mümkün olmur. Başqa sözlə belə ötürücülərdən transformatorlarda, elektromühərriklərdə və digər elektromaqnit təbiətli qurğularda istifadə olunması çətinləşir.



**Şək. 2.** Mexaniki rəqslərin 85 Hz tezlikdə qaranlıqda signal səviyyəsinin amplituddan asılılığı

### Ədəbiyyat

1. Годжаев Э.М., Дадашов М.Т. Эффект пьезомодуляции проводимости кристаллов  $TlInTe_2$  и датчики переменных сигналов на их основе. Elmi əsərlər-fundamental elmlər, № 3, cild VII(27), Bakı, 2008, s.15-21
2. Васильева Р.В. Методы и аппаратура для измерения вибраций турбин и их деталей 3-21. В сб. «Виброизмерительная аппаратура ЦИНИТИТМАШ» Матгиз, М., 1958.

## CdSTe/Si STRUKTURUNUN FİZİKİ XASSƏLƏRİ

P.E.Cabbarova<sup>1</sup>, V.U.Məmmədov

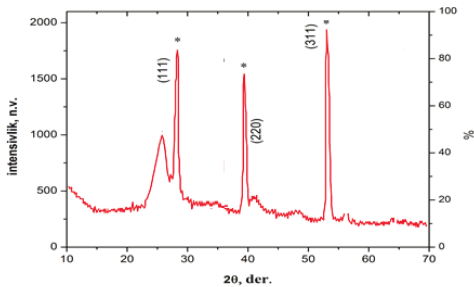
Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi

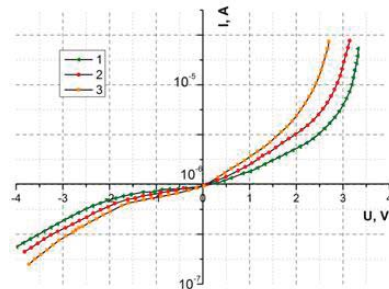
Nanomaterialların geniş spektrinin arasında xüsusi yeri nanoelektronika üçün nanostrukturlaşdırılmış materiallar tutur. Bu onunla bağlıdır ki, nanoölçü effektlər maddə ilə işığın qarşılıqlı təsiri zamanı daha parlaq şəkildə meydana çıxır. Maddənin nanostrukturlaşdırılması onun fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərinin spektrini məqsədyönlü şəkildə dəyişdirməyə imkan verir. Bunun sayəsində ədəbiyyatda proqramlaşdırılan materiya termini meydana çıxmışdır ki, onu dar mənada nanostrukturlaşdırma üsulu ilə verilən xarakteristikalar məcmusuna malik materialların yaradılması kimi anlamaq olar.  $A^2B^6$  birləşmələrinin yarımqeçirici nazik təbəqələrinin geniş tətbiqi onların yaxşı fotoqeçiricilik və lüminessensiya xüsusiyyətləri ilə şərtlənmişdir. Bu materiallardan müxtəlif növ şüaların sensorlarında, günəş elementlərində və s. istifadə olunur. Onların əhəmiyyətli hissəsini mikrodispersli sistemlər təşkil edir. Ancaq, onların defekt və kristal quruluşunun təbiətini bilmədən, onların sonrakı inkişafını təsəvvür etmək çətinidir [1-4].

Bu işdə CdSTe/Si heterostrukturlarının bəzi elektrik və fotoelektrik xarakteristikalarının tədqiqatının nəticələri verilmiş və onların bir sıra praktik istifadə imkanları müəyyənləşdirilmişdir. Öyrənilən nümunələr "sendviç" quruluşa malik olmuşdur.

Çöküntülərin faza tərkibi və kristal quruluşu rentgen difraksiyası üsulu ilə öyrənilmiş (şək. 1), paralel olaraq CdSTe-un yaranması prosesinin tədqiqi üçün kadmium ionlarının konsentrasiyanın kompleksometrik təyini aparılmışdır. CdSTe-un nanotozlarının və nazik təbəqələrinin strukturları, nanostrukturlaşdırılmış CdTe-un difraktoqramlarına xas olan tipik xüsusiyyətlərə malikdir.  $\sim 24^\circ$ ,  $38^\circ$  və  $54^\circ$  bucaqlarındakı üç geniş pik nano-CdSTe-a uyğundur. Hissəciklərin ölçüləri 2 nm-dən 14 nm-ə qədər dəyişir. Şək. 2-də yaradılmış heterostrukturardan birinin stasionar volt-ampere xarakteristikalarının (VAX) tipik qrafikləri göstərilmişdir.



Şək. 1. CdSTe nazik təbəqələrinin difraktoqramı

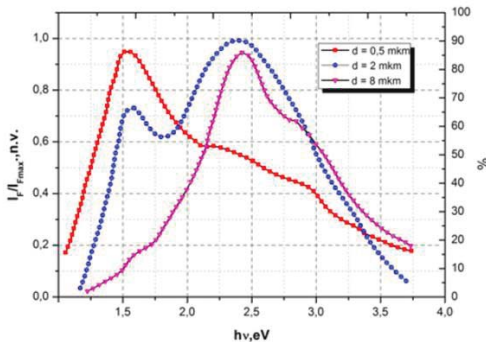


Şək. 2. n-Si/CdTe izotip heterostrukturunun  $T = 300$  K temperaturda stasionar volt-ampere xarakteristikası.

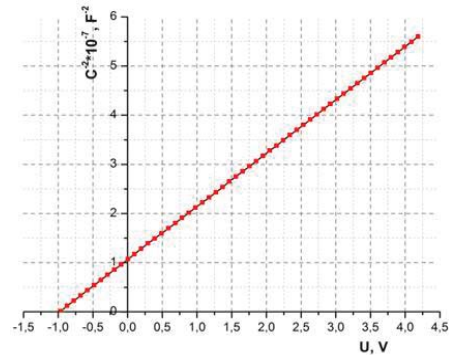
$x =$ : 1- 0,2, 2-0,4, 3-0,6

<sup>1</sup> Parijabbarova97@mail.ru

Fotocavabın spektral paylanması (FSP) tədqiqi müxtəlif qalınlıqlı CdSTe nazik təbəqəsindən hazırlanmış heterostrukturlar üçün aparılmışdır. Nazik təbəqənin qalınlığı 0,3, 1 və 2 mkm olan nümunələr tədqiq edilmişdir. Nazik təbəqənin qalınlığının dəyişməsi bizə heterostrukturun maksimal fotohəssaslıq oblastını dəyişdirməyə imkan vermişdir. Şək. 3-də CdSTe nazik təbəqələrinin müxtəlif qalınlıqları üçün heterostrukturunu FSP göstərilmişdir. Bu asılılıqlar  $U_c = 2,5$  V üçün alınmış və maksimal fotocavabın qiymətinə normalaşdırılmışdır. CdSTe nazik təbəqəsinin qalınlığı 0.3 mkm olan heterostruktur üçün FSP-nin maksimumu işıq kvantlarının enerjisi 2,75 eV olan oblastda yerləşir. Nazik təbəqənin qalınlığı 2 mkm olduqda, FSP-da iki pik müşahidə olunur – 1,95 və 2,75 eV-da. CdSTe nazik təbəqəsinin qalınlığı 2 mkm olan heterostruktur üçün alınmış üçüncü əyridə  $Zn_{1-x}Cd_xS$  -in fotokeçiriciliyi ilə bağlı pik praktik olaraq müşahidə olunmur və fotokeçiriciliyə əsas töhfəni CdSTe verir. Fotohəssaslığın maksimumu bu halda 2 eV oblastında yerləşir. CdSTe nazik təbəqəsinin qalınlığı 1 mkm olduğu halda FSP-nin həm  $Cd_{1-x}Zn_xS$  komponentinin fotokeçiriciliyinin hesabına, həm də  $Cd_{1-x}Zn_xS$  komponentinin fotokeçiriciliyinin hesabına formalaşması toplayıcı elektrodda böyük gərginliklərdə inandırıcı şəkildə təsdiqlənir. Göstərilən əyriyədə iki pik aydın görünür. Bizim tərəfimizdən tədqiq olunan CdSTe-un nazik təbəqələrinin müxtəlif qalınlıqlarında aparılmış FSP tədqiqatlarını, heterostrukturunu əmələ gətirən yarımkeçirici qatlarında qatların ayrılma sərhədlərindən çoxqatlı əks olunmalarla udmanı nəzərə alan hesablamaların nəticələri ilə müqayisə etmək olar. Bu halda üstün rolu rekombinasiya proseslərini oynayacaq, buna görə də FSP-nin xüsusiyyətləri yaygın olacaq və bu, apardığımız ölçülərdə müşahidə olunur. Tətbiq olunan gərginliyin nisbətən böyük qiymətlərində yükdaşıyıcıların ayrılması xarici elektrik sahəsinin təsiri altında baş verir.



Şək. 3. n-Si/ CdSTe izotip heterostrukturunun nazik təbəqələrin müxtəlif qalınlıqları üçün FSP, mkm: 1 – 0.3; 2 – 1; 3 – 3. T = 300 K.



Şək. 4. n-Si/ CdSTe strukturu üçün tutumun (vahid sahəyə düşən) əksinə sürüşmə gərginliyindən asılılığı, T = 300 K olduqda.

Tutumun əks sürüşmə gərginliyindən asılılığı (şək. 4.) potensial çəpərin hündürlüyünü təyin etməyə imkan verir; o, tərəfimizdən baxılan şəraitdə öyrənilən strukturlarda 0.68 eV təşkil edir. Si təbəqələrinin CdSTe nazik təbəqələri ilə izotip heterokontaktları yaxşı düzləndirmə xassələri nümayiş etdirir. Bu strukturlarda cərəyanın daşınması mexanizminin ətraflı müəyyənləşdirməsi kifayət qədər

mürəkkəb məsələdir. Əgər ayrılma sərhəddində aralıq halların mövcud olduğunu nəzərə alsaq, fərz etmək olar ki, cərəyanın daşınması düzünə istiqamətdə CdSTe sistemində, əksinə istiqamətdə n-Si sistemindəkinə (aralıq hallarında) nəzərən daha kiçik potensial çəpərin aşılması ilə bağlıdır.

### **Ədəbiyyat**

1. Abdinov Ə.Ş., Mehdiyev N.M. “Optoelektronika” (Maarif Bakı-2005)səh 410.
2. Abdinov Ə.Ş., Səfərov V.H. “Elektron texnikasının materialları və nanotexnologiyanın əsasları (Təhsil Bakı-2010)
3. J.S.Nkoma, P.K.Jain “Introduction to optiks: geometrical, physical and quantum” (Bay Publishing-2003.2004)

## BÖLMƏ 4 METODİKA

### DƏYİŞƏN CƏRƏYAN BÖLMƏSİNİN İZAHLI-İLLÜSTRATİV METODLA TƏDRİSİ METODİKASI

A.Q.Əkbərov<sup>1</sup>, A.K.Orucov \*  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, II kurs*

Məişətdə işlətdiyimiz cərəyan hansıdır? Elektrik enerjisi istehsalında hansı cərəyanlar yaranır? Necə olur ki, cərəyan bir məntəqədən kilometrərlə uzaq məsafəyə güc itkisi olmadan ötürülə bilər? İndi bu suallara aydınlıq gətirək. Naqıldəki cərəyanın həm qiyməti, həm də istiqaməti zamandan asılı olaraq dəyişirsə bu cərəyana dəyişən cərəyan deyilir. Dəyişən cərəyanın alınması ilk dəfə 1831-ci ildə M.Faradeyin kəşf etdiyi elektromaqnit induksiya qanuna əsaslanır. Dəyişən cərəyan rəqsi prosesdir. Naqillərdə axan cərəyan sinusoidal qanunla dəyişir. Elektromexaniki induksiya generatorların, transformatorun da iş prinsipi elektromaqnit induksiya qanuna əsaslanır. İndi isə aktiv, tutum və induktiv müqavimətləri araşdıraq. Aktiv müqavimətin yaranmasına səbəb rezistor olan dövrədə generatordan daxili enerji udulur, bu enerji rezistorun daxili enerjisinə çevrilir bu zaman da müəyyən Q miqdarda istilik ayrılır. Bu zaman aktiv müqavimət yaranır. Aktiv müqavimət dəyişən cərəyanın tezliyindən asılı deyil. Fərz edək ki, dövrəyə R aktiv müqavimətə malik rezistor qoşulmuşdur, onda Om qanununa görə cərəyan şiddəti.

$$i = \frac{U}{R} = \frac{U_m \cos \omega t}{R} = i_m \cos \omega t \quad R = \rho \frac{l}{S} \quad \text{kimi olar.}$$

Aktiv müqavimətdə cərəyan şiddəti və gərginlik eyni fazada rəqs edir. Yəni hər ikisi maksimum və minimum qiymətləri eyni anda alır. Fazalar fərqi isə sıfıra bərabərdir. Ampermetr cərəyanın təsiredici qiymətini ölçür.

$$i = \frac{i_m}{\sqrt{2}} \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}.$$

Tutum müqaviməti; fərz edək ki, dəyişən cərəyan bölməsinə C tutumlu kondensator qoşulub. Kondensatorun uclarında gərginlik cərəyan kimi sinus qanunu ilə dəyişir, lakin kondensatorda cərəyan rəqsləri gərginlik rəqslərini fazaca  $\pi/2$  qədər qabaqlayır. Cərəyan maksimum qiymət aldığıda, gərginlik minimum olur.

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C} = \frac{T}{2\pi C}$$

İnduktiv müqavimət; Fərz edək ki dəyişən cərəyan dövrəsinə L induktivlikli sarğac qoşulub. Sarğacın dəyişən cərəyana göstərdiyi müqavimət induktiv müqavimət adlanır.

$$X_L = \omega L = 2\pi\nu L = \frac{2\pi}{T} L$$

Sargacda gərginliyin rəqsləri cərəyan rəqslərini  $\pi/2$  qədər qabaqlayır. Tutum müqaviməti induktiv müqavimətə bərabər olarsa rezonans baş verər. Biz yuxarıda aktiv, tutum və induktiv müqavimətlərə dəyişən cərəyan dövrəsində ayrı-ayrılıqda baxdıq. İndi isə üçünüdə eyni dövrədə olan halına baxaq. Bu zaman vəziyyət dəyişir. Dəyişən cərəyan üçün biz Om qanunu yazsaq aşağıdakı formulda olar.

<sup>1</sup> Abdulla.akbarov@bsu.edu.az

$$Z = \frac{U_m}{I_m} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

Məişətdə işlətdiyimiz dəyişən cərəyanın tezliyi 50Hz-dir. Hal-hazırda dəyişən cərəyan elektromexaniki induksiya generatorlarında daha üstün rol oynayır. Dəyişən cərəyan generatorlarında əsasən mexaniki enerji elektrik enerjisinə çevrilir. Transformatorlardan uzaq məsafəyə cərəyanı güc itkisi olmadan göndərilər.

### **Ədəbiyyat**

- 1."Orta məktəbdə fizikanın tədrisi metodikası" Orucov A.K. 2012.
- 2.S.Abdullayev, M.Murqozov, N.Əliyev, Fizika 9-cu sinif. Bakı, 2004.
- 3.Z.İ.Kazımzadə "Ümumi elektrotexnika" Bakı, 1950.



## **ÜMUMTƏHSİL ORTA MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA “MOLEKULYAR FİZİKA” BÖLMƏSİNİN DİDAKTİK PRİNSİPLƏRİ**

**S.F.Hüseynova<sup>1</sup>, F.Ə.Məmmədov**  
*Sumqayıt Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)*

Molekulyar fizika bölməsində şagirdlər keyfiyyətə yeni maddi obyektlərin: çoxlu sayda hissəciklərdən (atom və molekullardan) ibarət olan sistemləri, belə obyektlərə xas olan yeni hərəkət (istilik) formasını və ona uyğun enerji (daxili) növünü və s. öyrənirlər. Burada şagirdlər çoxlu sayda hissəciklərdən (atom və molekullardan) ibarət olan sistemlərin özlərini necə aparmasını təsvir edilməsində istifadə olunan statistik qanunauyğunluqlarla ilk dəfə tanış olurlar. Statistik təsəvvürlərin formalaşması istilik proseslərinin dönməyən olmasının başa düşülməsinə kömək edir. İstilik proseslərinin fərqləndirici xüsusiyyəti məhz onun dönməzliyidir ki, bu da istilik tarazlığı, temperatur, istilik maşınlarının iş prinsipi haqqında danışımağa imkan yaradır. İstilik hadisələrini və proseslərini təsvir edərkən müəllimin işi hər iki metoda – enerji anlayışına əsaslanan termodinamik (fenomenoloji) və maddənin quruluşu haqqında molekulyar-kinetik təsəvvürlərə əsaslanan statistik metoda vəhdət şəklində baxmasıdır. Hər bir metodda empirik və müəyyən modellərə əsaslanaraq qazın bilikləri kəskin fərqləndirmək lazımdır. Bununla yanaşı göstərmək lazımdır ki, hər iki metod eyni obyektin eyni bir halını müxtəlif nöqtəyə nəzərdən təsvir etsəldə əslində onlar bir birini tamamlayır. İdeal qaz, temperatur, daxili enerji və s. kimi anlayışları formalaşdırarkən müəllim həm termodinamik, həm də molekulyar – kinetik nöqtəyə nəzərdən onların mahiyyətini açmalıdır. Molekulyar fizikanın bir sıra suallarına ilk tanışlıq kimi məktəb baza kursunda baxılır. Baza kursunda fizikanı öyrənərkən şagirdlər müxtəlif fiziki hadisələri maddənin daxili quruluşu nöqtəyə nəzərdən izah etməyi, maddələrin xassələrini (mayələrin və qazların xassələrini, təzyiq, istilik hadisələri və s.) öyrənmişlər, lakin bu anlayışlar, fiziki hadisələr təqdimatlar formasında və keyfiyyətə qazanılmış biliklərdir. Yuxarı siniflərdə molekulyar fizikanı öyrədərkən artıq şagirdlərdə olan bilikləri aktivləşdirmək (propedevtik), dərinləşdirmək, genişləndirmək, anlayışarı, hadisələri və onların qanunlarını kəmiyyətə ifadə etmək biliklərinə çatdırmaq lazımdır. Bu baxımdan yuxarı siniflərdə molekulyar fizika kursunda qazların molekulyar-kinetik nəzəriyyəsinin əsas tənliyi öyrənilir, əsas məktəb kursuna nəzərən qazların, mayələrin və bərk cisimlərin xassələri daha dərinədən öyrənilir. Bunlardan sonra molekulyar fizika bölməsi enerji təsəvvürlərinə əsaslanaraq davam edir və termodinamikanı özündə əks etdirir. Molekulyar fizikanın Termodinamika bölməsində istilik prosesləri üçün enerjinin saxlanması qanunu ümumiləşdirilir, termodinamikanın birinci qanunu verilir, onun müxtəlif proseslərə tətbiqinə baxılır. Termodinamikanın qanunlarının öyrənilməsi yuxarı sinif şagirdləri üçün böyük dərk etmə və dünya görüşü əhəmiyyətinə malikdir. Molekulyar fizika" bölməsi fundamental təcrübələrlə (Broun hərəkəti, Stern təcrübəsi) və qaz qanunlarını illüstrasiya etdirən təcrübələrlə (Boyl, Şarl təcrübəsi və s.) şagirdləri eksperimental tədqiqat metodları ilə tanış etməyə imkan verir. "Molekulyar fizika" bölməsinin fəlsəfi əhəmiyyətini qiymətləndirmək olmaz. Molekulyar fizikanı öyrənərkən materiya haqqında anlayışlar daha da dərinləşir. Molekullar və atomlar materiyanın maddi formasıdır və dünyada obyektiv şəkildə mövcuddur. Onların kütləsi,

---

<sup>1</sup> *sevkam.92@mail.ru*

impulsu, enerjisi vardır. Molekullar və atomlar materiyanın bir növü olmaqla materiyyaya xas olan xüsusiyyətə - hərəkətə malikdirlər. Molekullar və atomlar xüsusi növ hərəkətdə-istilik hərəkətində iştirak edirlər. Bu hərəkət, sadə mexaniki hərəkətdən onunla fərqlənir ki, istilik hərəkətində iştirak edən hissəciklərin toplum halında sayı çox böyükdür və hərəkət xaosdur. İstilik hərəkəti statistik qanunlarla təsvir olunur. Bu baxımdan, məktəblilərə statistik və dinamik qanunauyğunluqlar arasındakı müxtəlifliyi, onlar arasındakı münasibəti göstərmək və tələbələrin diqqətini bu qanunauyğunluqlardakı zəruri və təsadüfi kateqoriyaların əks olunmasına yönəltmək vacibdir. Beləliklə, "Molekulyar fizika" bölməsinin öyrənilməsi şagirdlərin elmi dünyagörüşünün formalaşmasına zəmin yaradır. Molekulyar – kinetik təsəvvürlərin yaranması tarixinə nəzər salmaq böyük tərbiyəvi əhəmiyyətə malikdir, belə ki bu tarix elmin və onun metodlarının inkişafında bəşəriyyətin biliksizlikdən biliyə necə keçdiyini, ideya və fikir mübarizəsində həqiqi biliyin necə yarandığını özündə əks edir. "Molekulyar fizika" bölməsi təbiət hadisələrinin deduktiv metodla öyrənilməsinə nümayiş etdirmək üçün əla imkan yaradır. Tədrisdə deduksiyanın istifadəsi şagirdlərin mücərrəd düşüncəsinin inkişafına öz töhfəsini verir. Fizika kursunun bu bölməsinin politexnik əhəmiyyəti də çox böyükdür. Molekulyar fizikanın nailiyyətləri sənayenin materialşünaslıq kimi bir sahəsinin elmi əsasını təşkil edir. Cisimlərin daxili quruluşunu bilmək, əvvəlcədən verilmiş xassələrə malik olan materialları yaratmağa, sərtliyini, istiliyə davamlılığını, metalların və ərintilərin istilik keçiriciliyini artırmaq üçün məqsədyönlü işləməyə imkan verir. İstilik hadisələrinin öyrənilməsi şagirdləri istilik enerjisinin əsasları, sənayenin və məişətin, gündəlik həyatın ehtiyaclarını enerji ilə təmin etməkdə ölkəmizdə birinci yeri tutan sənaye ilə tanış olmağa imkan verir. Nəzəri biliklərin praktiki tətbiq ilə əlaqəsini termodinamika qanunlarının istilik mühərriklərinin iş prinsiplərində nəzərə almaqla həyata keçirmək olar. Bu cür istilik mühərrikləri dünya və ölkəmizin iqtisadiyyatında çox böyük rol oynayır. Yuxarı siniflərdə "Molekulyar fizika" bölməsi "Mexanika" bölməsindən sonra öyrənilir. Materialın belə yerləşdirilməsi bir tərəfdən fiziki hadisələrin nəzərdən keçirilməsinin metodoloji prinsipinə uyğundur, materiyanın hərəkət formalarının mürəkkəblik ardıcılığına görə (sadədən mürəkkəbə), digər tərəfdən mikrohadisələri kəmiyyət səviyyəsində öyrənməyə və mexanika kursundan məlum olan kəmiyyətlərdən istifadə etməyə imkan verir: kütlə, sürət, qüvvə, impuls, enerji və s. Termodinamikanın və molekulyar fizikanın mövzularının verilməsinə müxtəlif metodiki yanaşmalar mövcuddur və bununla əlaqədar olaraq bölmələrin quruluşları da fərqlidir.

## MAGNETIC MATERIALS IN MEDICINE

**L.G.Meherremova<sup>1</sup>, H.A.Shirinova**  
*Baku State University*  
*Physics faculty, II course (master)*

Today main goal of advanced medicine possesses early diagnosis and precise treatment. Especially Cancer is among the leading causes of death worldwide. In 2012, there were 14.1 million new cases and 8.2 million cancer-related deaths worldwide[1].

According to the estimates by the US National Cancer Institute, nanomedicine will prove to be trailblazing in the future prevention, diagnostic investigation, and treatment of cancer. Magnetic nanoparticles (MNPs) are a kind of intelligent nanomagnetic material, with small particle size (1-100nm), large specific surface area, magnetic response and superparamagnetism. The most frequently used nanomaterial is the iron oxide nanoparticle, including magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) and maghemite ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) and also coated magnetic nanoparticles[2].

In the present material, we focused on cancer diagnosis, such as MRI, cancer therapy, the delivery of drug, and treatment, such as magnetic hyperthermia

Diagnosis of cancer by nanotechnology is a novel realm that allows to visualize the tumor cells at an early stage. Most contrast agents with paramagnetic substances that commercially available in MRI are characterized with a great deal of unpaired electrons and higher magnetic moment (superparamagnetic Iron oxide). Smolensky et al. [3] demonstrated that  $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{organic}@\text{Au}$  core-shell structure represented high magnetism and high relaxivity. This characteristic plasmonic behavior makes these materials effective agents for cell imaging.

Magnetic drug delivery is a rather efficient treatment method of delivering a drug to a disease location by exerting an external field and it allows to reduce side effects of conventional chemotherapy. Nanocrystalline iron oxides are typically used in magnetic targeted formulations because of their history of safe clinical use.

Magnetic hyperthermia is an experimental treatment for cancer based on the overheating of cells in the span of at certain temperatures. Kossatz S. et al. [5] provided the magnetic hyperthermia experiments with superparamagnetic iron oxide nanoparticles which were functionalized with either peptide and doxorubicin (DOX) or both via electrostatic binding. All samples showed an excellent heating potential alternating magnetic field.

With regard to the toxicity of magnetic NPs, many studies demonstrate that most superparamagnetic NPs have excellent biocompatibility. But some other studies indicate that NPs have toxicity to neurons and glial cells and the toxicity is related to the compounds modified on the surface of magnetic NPs.

---

<sup>1</sup> *lemi.marley13@gmail.com*

### **References**

1. Tiwari M. Nano cancer therapy strategies. *J. Cancer Res. Ther.* 2012, 8, 19–22.
2. Rosenberger I., et al. Targeted diagnostic magnetic nanoparticles for medical imaging of pancreatic cancer. *J. Control Release.* 2015, 214: 76–84.
3. Smolensky E.D., et al.  $\text{Fe}_3\text{O}_4@$ organic@Au: core-shell nanocomposites with high saturation magnetisation as magnetoplasmonic MRI contrast agents. *Chem. Commun.* 2011, 47: 2149–2151.
4. Saboktakin M.R., et al. Synthesis and characterization of MRI-detectable magnetic dendritic nanocarriers. *Polymer-Plastics Technology and Engineering.* 2010, 49: 104-109.
5. Kossatz S., Grandke J., Couleaud P., et al. Efficient treatment of breast cancer xenografts with multifunctionalized iron oxide nanoparticles combining magnetic hyperthermia and anti-cancer drug delivery. *Breast Cancer Research.* 2015, 17(1): 66-83.

**XI SINİFDƏ «ÖZ-ÖZÜNƏ İNDUKSIYA EHQ. MAQNİT SAHƏSİNİN ENERJİSİ» MÖVZUSUNUN ƏSAS ANLAYIŞLARININ MƏNİMSƏNİLMƏSİNDƏ ŞAĞİRD LƏRİN MEXANİKA BÖLMƏSİNƏ AİD BİLİKLƏRİNDƏN İSTİFADƏ**

**N.E.Həmzəyeva<sup>1</sup>, X.İ.Padarov \***  
*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*

*Məqalədə XI sinifdə «Öz-özünə induksiya ehq. Maqnit sahəsinin enerjisi» mövzusunun əsas anlayışların mənimsənilməsində şagirdlərin mexanika bölməsinə aid biliklərdən istifadəsi zamanı fəndaxili inteqrasiyanın rolundan bəhs edilir.*

Şagirdlərdə fənnə maraq yaratmaq və onun məzmununun daha yaxşı mənimsəməsi üçün fənnini tədrisində inteqrasiyadan istifadə olunur. İnteqrasiyanın şaquli (fəndaxili) və üfüqi (fənlərarası) olmaqla 2 növü vardır.

Biz məqaləmizdə fəndaxili əlaqədən istifadə edərək XI sinifdə «Öz-özünə induksiya EHQ. Maqnit sahəsinin enerjisi» mövzusunun əsas anlayışlarının mənimsənilməsində şagirdlərin mexanikaya adi biliklərindən istifadənin xüsusiyyətlərini şərh etməyə çalışdıq.

Qapalı konturda öz-özünə induksiya EHQ-nin yaranması üçün müəyyən iş görülür. *Enerjinin saxlanma qanunundan bildiyimiz kimi həmin görülən iş*, onu yaradan maqnit sahəsinin enerjisinə bərabər olacaqdır. Bu enerjinin təyində öz-özünə induksiya və ətalətlilik hadisələrinin oxşarlığından istifadə olunur. Bu zaman mexanika bölməsi ilə maqnit sahəsinin enerjisi mövzusu arasında fəndaxili inteqrasiya yaradılır.

Yaradılan inteqrasiyanı aşağıdakı cədvəldən istifadə etməklə konkretləşdirə bilərik:

<b>Mexaniki hadisə və kəmiyyətlər</b>	<b>Öz-özünə induksiya hadisəsi və kəmiyyətlər</b>
Ətalətlilik – cismə digər cisimlərin təsiri olmadıqda öz sürətini saxlaması xassəsidir.	Öz-özünə induksiya- Keçirici konturda cərəyan şiddətinin dəyişməsi nəticəsində həmin konturda induksiya EHQ-nin yaranması hadisəsi və cərəyanın enerjisini maqnit sahəsinin enerjisinə və əksinə çevirmə xassəsidir.
Fırlanma oxu olan cismə qüvvə təsir etdikdə qüvvə momentinin yaranması və cismin fırlanması $M = Fl$	Sabit maqnit sahəsində cərəyanlı çərçivəyə qüvvə (Amper) təsir etdikdə burucu momentin yaranması və onun fırlanması $M = IBl \sin \alpha$
$m$ -kütlə, ətalətliliyin ölçüsü olan skalyar kəmiyyət	$L$ -induktivlik, naqildə cərəyanın dəyişməsinə mane olan skalyar kəmiyyət
$\vartheta$ -sürət ədədi qiymətə vahid zamanda yerdəyişməni xarakterizə edən vektorial kəmiyyətdir $\vec{\vartheta} = \frac{\vec{S}}{t}$	$I$ -cərəyan şiddəti ədədi qiymətə vahid zamanda naqilin en kəsiyindən keçən elektrik yükünün miqdarına bərabər olan skalyar kəmiyyətdir. $I = \frac{q}{t}$

<sup>1</sup> [Hemzeyevanurlana@gmail.com](mailto:Hemzeyevanurlana@gmail.com)

<p><math>p</math>-impuls</p> $p = m\vartheta$	<p><math>\Phi</math> – maqnit seli</p> $\Phi = LI$
<p><math>F</math>-qüvvə</p> $F = ma = m \frac{\vartheta}{t}$	<p><math>\varepsilon</math> – induksiya və özünə induksiya e.h.q</p> $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad \varepsilon_{\text{öi}} = -L \frac{I}{t}$
<p><math>a</math>-təcil, sürət dəyişməsi</p> $a = \frac{\vartheta}{t}$	<p>Cərəyan şiddətinin dəyişməsi</p> $\frac{I}{t}$
<p>Kinetik enerji</p> $E_k = \frac{m\vartheta^2}{2} = \frac{p^2}{2m} = \frac{p\vartheta}{2}$	<p>Maqnit sahəsinin enerjisi</p> $W_m = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi^2}{2L} = \frac{\Phi L}{2}$

Müəllim yuxarıdakı cədvəldən istifadə edərək şagirdlərlə frontal sorğu aparır. Kəmiyyətlər arasında analogi asılılıqlara və xüsusilə kinetik enerjinin ifadəsinə əsaslanaraq maqnit sahəsinin enerji düsturu çıxarılır.

### **Ədəbiyyat**

1. R.R., Abdurrazaqov, R.M. Əliyev və Q.M. Şərifov Fizika-11 ümumtəhsil məktəbləri üçün dərslik. Bakı: Bakınəşr, 2018.
2. R.R., Abdurrazaqov, R.M. Əliyev, M.İ. Murquzov, D.Z. Əliyev-va. Fizika -7. Ümumtəhsil məktəbləri üçün dərslik. Bakı: Bakınəşr, 2015.
3. Ş.H. Əlizadə, İ.N. İsmayılov, Fizikanın tədrisi metodikası. Bakı, 2016.
4. R.R., Abdurrazaqov, R.M. Əliyev Müəllim üçün metodik vəsait. Bakı: Bakınəşr, 2018.

## **MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA EFFEKTİV TƏCRÜBƏLƏRİN NÜMAYİŞİ**

**Z.Ə.Paşalı<sup>1</sup>, A.K.Orucov \***

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Fizika fakültəsi, III kurs*

Şagirdlərdə maraq yaratmaq üçün hansı təcrübələrdən istifadə etmək lazımdır? Müəllim hansı vasitələrdən istifadə etməlidir ki, şagirdlərdə fənnə müsbət münasibət formalaşsın və onlarda biliyi dərk etmə marağı yaransın? Şagirdlərdə tədris fənninə marağın artırılmasının tərbiyəsi üçün belə sxem təklif etmək olar: maraqdan təəccüblənməyə, ondan fəal bilmək həvəsinə və bilməyə cəhd etmək, onlardan da möhkəm biliyə və elmi axtarışa keçid. Birinci mərhələdə daha ətraflı dayanaq - maraqlar və təəccüblər: Effektiv təcrübəni nümayiş etdirən zaman, fizikanın tarixindən maraqlı hadisələr haqqında söhbətə qulaq asdıqda şagirdlərdə şəraitə uyğun olaraq maraq yaranır. Burada şagirdin obyektə hələ fənnin məzmununu deyil, dərslərinin sifəti xarici məqamlarıdır-avadanlıqlar, müəllimin fəaliyyəti, bacarığı, dərslərinin işinin formaları. Yenilik, bilavasitə maraq və emosional cəlbətmə, hər şeydən əvvəl qeyri-ixtiyari diqqət yaradır. Həmçinin adamın özündən asılı olmayaraq, qeyri-ixtiyari diqqət, istər-istəməz müəyyən maraqlı halları yadda saxlamağa səbəb olur. Hər bir müəllim yaxşı bilir ki, ev tapşırığını yoxlayarkən, dərsləri soruşarkən, verilmiş suala cavab verən şagird keçən dərslərdə gördüyü təcrübənin təsvirindən başlayır. Nümayiş təcrübələrinin görüntülü obrazları yaddaşda qalır və o öyrənilmiş dərslərin materialının qalan hissəsinin bərpa olması üçün yönəldici və dayaq funksiyasını yerinə yetirir. Psixoloqların fikrincə, görüntülü mürəkkəb material onların sözlə təsvirindən daha yaxşı yadda qalır. Buna görə də təcrübələrin nümayişi müəllimin fiziki təcrübələr haqqında olan söhbətindən daha yaxşı şagirdin yaddaşına həkk olunur. Lakin şagirdlər nümayiş təcrübələrini yada salaraq öz təsvirlərinə dəyişikliklər əlavə edirlər, bu dəyişikliklər nəinki bəzi detalların unudulması ilə eləcə də təsvirin daha asan başa düşülən hala gətirilməsinə əsaslanır. Şagirdlər yada salaraq özlərinə təcrübənin ən əhəmiyyətli və maraqlı gələn detallarını seçirlər. Bütün bunlar xatırlamanın sadə iş olmadığına və konstruktiv bir proses olduğuna dəlilətdir. Beləliklə, təcrübələrin nümayiş etdirilməsi öyrəniləcək hadisələrin və qanunauyğunluqların empirik dərk edilməsi zamanı şagirdlərin diqqət və yaddaşını inkişaf etdirir. Bununla əlaqədar olaraq effektiv təcrübələrdən istifadə etmək təklif edilir, belə təcrübələr şagirdlərdə nəinki öyrənilən hadisənin nümayişinə canlı maraq yaradır, eləcə də hadisənin izahında gərgin müzakirələr yaranır (problemləli vəziyyət). Beləliklə, effektiv təcrübənin nümayişində bir daşla iki dovşan vürmüş oluruq: fiziki hadisəni nümayiş etdiririk, problemləli vəziyyət yaradırıq və "əlavə effekt" kimi fənnə maraq oyadıırıq. Nümunə üçün aşağıdakı təcrübəni göstərmək olar.

---

<sup>1</sup> Zarifa.pasali@bsu.edu.az

Gəlin fizikadan sadə amma effektiv bir təcrübə aparaq. Bunu həтта fokus da adlandırma bilərik. Stəkanı su ilə doldururuq, üzərinə açıqca, dəftər vərəqi və ya da oyun kartı qoyaq, (açıqca stəkanın sahəsindən böyük olmamalıdır). Açıqcanı əlimizlə tutaraq stəkanı cəld çeviririk və əlimizi çəkirik. Gözlənilməz olsa da açıqca yerə düşmür. O elə bil stəkana yapışmışdır. Bəs niyə belə olur?



Su tökülməyən stəkan

1. Bu təcrübəni atmosfer təzyiqini öyrənən zaman keçirmək daha məqsədəuyğundur. Əvvəlcə keçilmiş dərslərdə şagirdlər cazibə qüvvəsinin təsiri altında maye və qazların təzyiqlərinə həsr olunmuş mövzunu öyrənmişdilər. Onlar həm də Paskal qanunu ilə tanışdılar. Bu biliklər kifayətdir ki, şagirdlər təcrübəni izah etsinlər.

2. Əvvəlcə təcrübəni stəkanda su olmayanda aparırlar. Bu zaman kağız və yaxud açıqca stəkandan qoparaq yerə düşür. Şagirdlər təcrübənin nəticəsini düzgün şəkildə izah edirlər. Vərəqə cazibə qüvvəsi, stəkanın içindəki havanın təzyiq qüvvəsi və stəkanın xaricindəki havanın təzyiq qüvvələri təsir edirlər. Təzyiq qüvvələri bir-birini tarazlaşdırır və vərəq ağırlıq qüvvəsinin təsiri ilə düşür. Sonra su ilə dolu stəkanla təcrübə nümayiş etdirilir. Təcrübənin nəticəsi problem yaradır: nə üçün vərəqlə örtülmüş və tərsinə çevrilən stəkanın içindəki su yerə tökülmür? Bu təcrübənin müzakirəsi zamanı uşaqlara suallar vermək məqsədəuyğundur. Müzakirənin ardıcılığı aşağıdakı kimi olmalıdır. Su və hava (əgər stəkanda varsa) yerə cəzb olunur və yuxarıdan aşağıya vərəqə təsir edirlər. Vərəqin də çəkisi olur. Sual yaranır: çevrilmiş stəkanda su ilə vərəqi nə saxlayır? Təxmini cavab: yeri atmosfer adlanan hava təbəqəsi əhatə edir. Yuxarıda olan hava qatları aşağıdakılarına təzyiq göstərir. Yerə ən yaxın olan hava qatı ən çox sıxılmış qatdır və Paskal qanununa görə ona göstərilmiş təzyiq hər tərəfə və ətraf cisimlərə, həm də vərəqə eyni cür təzyiq göstərir. Bu təzyiq atmosfer təzyiqi adlanır. Vərəqə xaricdən atmosfer təzyiqi içəridən isə suyun hidrostatik təzyiqi təsir göstərir. Bu halda atmosfer təzyiqi hidrostatik təzyiqdən çox olduğundan çevrilmiş stəkanda suyu saxlayan kağız qopmur (kağız islanana qədər) və su tökülmür. Fizika dərslərində şagirdlərə vahidliyi və fiziki hadisələrdəki ziddiyyətlərin mübarizəsini “görməyi” və bu “görüntüləri” dərk etmə prosesində istifadə etməyi öyrətmək lazımdır.

### **Ədəbiyyat**

1. Лабораторный практикум по теории и методике обучения физике в школе. Учеб.пособие для студ.высш.пед.учеб.заведений. Под ред. С.Е.Каменецкого, С.В.Степанова. М.: Академия, 2002, 304 с.
2. Разумовский, Василий Григорьевич. Физика в школе: научный метод познания и обучение. В. Г. Разумовский, М. ВЛАДОС, 2004, 463 с.
3. Огусов А.К., Dadaşova İ.İ. Müasir təhsil sistemində dərin və möhkəm biliklərin formalaşdırılması. BDU-nun Fizika Prolemləri İnstitutunun yaradılmasının 10 illiyinə həsr olunmuş “Opto-nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası” Beynəlxalq konfransın materialları 25-26 2015 Bakı, s. 564,565



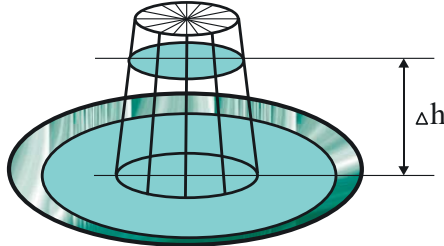
## QAYNANMIŞ SU İLƏ MARAQLI NÜMAYİŞ EKSPERİMENTİ

L.K.Ağazadə<sup>1</sup>, C.H.Cabbarov  
Bakı Dövlət Universiteti  
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)

Fizikada eksperimentin aparıcı rol oynadığı bəllidir. Onlar fizikanı daha dərindən başa düşməyə, ətrafda baş verən hadisələrin əsasını fizika qanunlarının təşkil etdiyini, şagirdlərdə fizikaya olan marağın daha da artmasına kömək edir. Bunların arasında nümayiş eksperimentinin xüsusi yeri vardır. İlk baxışda adi görünən hadisələrdə fizikanın hansı qanunlarının rolu olduğunu, onların şəraitdən asılı olaraq, dəyişərək sistemi necə tarazlıqda saxladığını əyani müşahidə etməyə imkan yaradır. Bəzən sadə bir nümayiş eksperimentinin köməyi ilə fizikanın bir neçə bölməsini təkrar etmək olur, hesablamalarda real kəmiyyətlərdən istifadə edilərək, konkret məsələlər həll etmək olur.

Biz bu məqaləmizdə, qaynayan su ilə göstərilən bir nümayiş eksperimentinə baxaq. Bunun üçün bizə su ilə dolu qab, onu qaynadan istilik mənbəyi, boş stəkan və xətkəş lazımdır.

Təcrübə belə aparılır: Qaba 2-3sm hündürlükdə su tökülür və içi boş stəkanı üzə aşağı qabın dibinə qoyuruq. Qabı qızdırıcının üstünə qoyub, suyu qaynayana qədər qızdırırıq, onu 5 dəqiqə qaynadırıq. Sonra qızdırıcını söndürürük, tezliklə, suyun stəkanın içərisinə dolduğunu və hündürlüyünün artmasını müşahidə edəcəyik. Bir müddət sonra su, stəkanın çox hissəsini dolduracaq.



Bu təcrübə, məişətdə xəstələrin kürəyinə banka qoyanda yaranan mənzərəyə oxşayır.

Burada baş verən hadisəni izah etməyə çalışaq. Sözsüz ki, suyun stəkana daxil olmasında atmosfer təzyiqinin rolu var. Deməli, stəkanın daxilindəki təzyiq, atmosfer təzyiqindən aşağıdır. Nə qədər aşağıdır?

Bunu hesablamaq asandır, çünki  $\Delta P$ , stəkanda yığılan suyun hidrostatik təzyiqidir.

$$\Delta P = \rho g \Delta h = 10^3 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 10^{-2} = 8 \cdot 10^2 \text{ Pa}$$

Burada  $\Delta h$ , suyun qaxdığı hündürlükdür, təcrübədə  $\Delta h \approx 8 \text{ sm}$  olub. Əvvəl araşdıraq ki, niyə stəkanın daxilində havanın təzyiqi, atmosfer təzyiqindən kiçikdir? İlk yaranan fikir, suyu qaynatdıqda, stəkanın içərisindəki havanın qızaraq, genişlənməsi və bir hissəsinin kənara çıxmasıdır. Təcrübədə suyu qızdırdıqda qabarcıqlarının stəkandan çıxmasını müşahidə etmək olur. Stəkan soyuduqda, içəridə qalan hava soyuyaraq sıxılır, həcmi azalır və bu həcmə su daxil olur. İndi havanın həcmiminə nə qədər azaldığını hesablamağa çalışaq.

$$PV = \frac{m_1}{M} RT_1$$

<sup>1</sup> lalazade1997@gmail.com

$$PV = \frac{m_2}{M}RT_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{300}{373} = 0,8 \text{ olar.}$$

(İlkin temperatur  $T_1=300\text{K}$ , son temperatur  $T_2=373\text{K}$ )  
 $m_2 = 0,8 m_1$  ;  $\Delta m = m_1 - m_2 = 0,2 m_1$  ;  $\Delta m = 0,2 m_1$

Çıxan havanın kütləsi stəkandakı havanın 20%-ni təşkil edir və çıxan havanın həcmi də, stəkanın həcminin 20%-ni təşkil edəcək. Ancaq stəkana dolan suyun həcmi, stəkanın həcminin 50%-dən çoxunu təşkil edir. Deməli, biz heç də bütün səbəbləri araşdırmamışıq. Təcrübədən bir məqamı da qeyd edək ki, stəkana suyun dolması, qızdırıcını söndürdükdən dərhal sonra baş verir ki, bunu da havanın soyuması ilə izah etmək olmaz.

Araşdırmalarda buraxılan əsas səhv ondan ibarətdir ki, biz stəkanın içərisində yalnız hava olduğunu fərz edirik, həqiqətdə isə, orada suyun doymuş buxarı ilə havadır. Təcrübənin sonunda, qızdırıcını söndürdükdə, demək olar ki, stəkanda yalnız doymuş su buxarları qalır. Su soyuduqca, doymuş buxarların təzyiqi çox sürətlə azalır. Müqayisə üçün qeyd edək ki, suyun temperaturu  $100^\circ\text{C}$ -dən  $99^\circ\text{C}$ -yə düşərkən, doymuş buxarın təzyiqi  $3,56\text{kPa}$  azalır, bizim təcrübədə isə təzyiq  $\Delta P=0,8\text{kPa}$  azalmışdı, təqribən  $4,5$  dəfə az, yəni  $100-99^\circ\text{C}$  arasında təzyiqin xəttiliyini qəbul etsək, bu, temperaturun  $0,22^\circ\text{C}$  aşağı düşməsidir ki, bu da ani baş verə bilər. Deməli, stəkandakı suyun yuxarı qalxmasına səbəb, onun daxilindəki doymuş buxarlardır. Qızdırılma dayandıqda stəkanın içərisindəki doymuş buxarların temperaturu aşağı düşür. Temperaturun  $0,2^\circ\text{C}$  dəyişməsi, təcrübədə ölçülən təzyiq azalmasına gətirir ki, bu da stəkanın su ilə dolmasına gətirir. Burada qızmış havanın soyuması zamanı təzyiqin aşağı düşməsinin rolu çox azdır.

### **Ədəbiyyat**

1. Prof.N.Qocayev, Ümumi fizika kursu II cild, Molekulyar fizika, Bakı, 2008 ,412 s.
2. Fptl.ru/spravo4nik/davlenie-vodyonogo-para.html

## АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

**Ш.Г.Алиммамедова<sup>1</sup>, Л.С.Гаджиева \***  
**Бакинский Государственный Университет**  
**физический факультет, II курс**

*Мы живём на дне воздушного океана. Над нами-огромная толща воздуха, земная поверхность и тела, находящиеся на ней, испытывают давление всей толщи воздуха, т.е. атмосферное давление. Человеку необходимы знания об атмосферном давлении, чтобы двигать прогресс вперед, делать новые открытия и изобретения.*

Давление атмосферы действует на Земную поверхность и находящиеся на ней предметы. Атмосферное давление создается гравитационным притяжением воздуха к Земле. Итак, что же такое атмосферное давление? Значение атмосферного давления в 1634г экспериментально было получено итальянским ученым Эванджелиста Торричелли, который создал простейший ртутный барометр. Суть его эксперимента в следующем: Торричелли предложил взять стеклянную трубку длиной около 1 м, запаянную с одного конца, наполнить ее ртутью. Затем, плотно закрыв конец трубки, ее перевернуть, опустить в чашку с ртутью и под ртутью открыть конец трубки. Часть ртути при этом вылилась в чашку, а часть ее осталась в трубке. Высота столба ртути оказалась равна примерно 760 мм. Торричелли делает два вывода: пространство над ртутью в трубке пусто, а ртуть не выливается из трубки обратно в сосуд потому, что атмосферный воздух давит на поверхность ртути в сосуде. Из этого следовало, что воздух имеет вес. Торричелли обнаружил, что высота столба ртути в его опыте не зависит ни от формы трубки, ни от её наклона. На уровне моря высота столба ртути всегда имеет значение около 760мм. Это значит, что атмосферное давление равно давлению столба ртути в трубке. Правильность предположения Торричелли была подтверждена в 1648г. опытом Паскаля, проводившимся в горной местности. Паскаль доказал, что меньший столб воздуха оказывает меньшее давление. Атмосферное давление зависит от высоты. При высоте горы около 1,5 км разница уровней ртути составила более 8 см. Причина этого – вес воздуха, а не «боязнь пустоты». Вследствие притяжения Земли и недостаточной скорости, молекулы воздуха не могут покинуть околоземное пространство. Однако они не падают на поверхность Земли, а парят над ней, т.к. находятся в непрерывном тепловом движении. Благодаря тепловому движению и притяжению молекул к Земле их распределение в атмосфере неравномерно. При высоте атмосферы в 2000-3000км 99% ее массы сосредоточено в нижнем (до 30км) слое. Воздух, как и другие газы, хорошо сжимаем. Нижние слои атмосферы в результате давления на них верхних слоев имеют большую плотность воздуха. С высотой плотность воздуха уменьшаются. Чтобы измерить атмосферное давление нужно сравнить его с давлением производимым столбиком ртути определенной высоты. Такой способ измерения давления был предложен Торричелли. Если на трубку с ртутью нанести деления через каждый миллиметр, то по высоте столбика ртути в трубке можно определить, какое сейчас атмосферное давление. С тех пор атмосферное давление измеряют в мм ртутного

---

<sup>1</sup> [alimammedova17@mail.ru](mailto:alimammedova17@mail.ru)

столбца. Прибор был назван ртутным барометром. Атмосферное давление, измеряемое барометром, имеет единицу измерения Паскаль (Па), который приравнивается силе в 1 Ньютон (Н), что действует на площадь в  $1 \text{ м}^2$  ( $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$ ). Атмосферное давление в метрологии выражается в гектопаскалях. (гПа) с точностью до 0,1 гПа. А 1 гПа, в свою очередь, равен 100 Па. Наряду со ртутными существовали и водяные барометры. Первый водяной барометр, был создан Паскалем в 1646 г. в г. Рауне во Франции. Высота его была более 10 метров. Дальнейшее усовершенствование барометра шло по пути отказа от ртути и использования герметичных емкостей с вакуумом внутри, и в 1847 году первый барометр - aneroid был сконструирован другим итальянцем Люсьеном Види. «Анероид» означает без жидкости. По нему было определено значение нормального давления. Средняя высота ртутного столба над уровнем моря составляет 760 мм. ртутного столбца и такое давление называется нормальным давлением.

Атмосферное давление меняется ежедневно, а это значит, что сила атмосферного давления также изменяется. Чем больше поверхность тела, тем большее воздействие на него оказывает атмосфера. Ничем кроме атмосферного давления нельзя объяснить протекание многих физических явлений. Благодаря существованию атмосферного слоя в нём уничтожаются и сгорают все приближающиеся к Земле небесные метеоры и метеориты.

#### **Литература**

- 1.Ф.Я.Божина, Н.М. Кирюхин, Е.А. Кирюхина. Физика. Учебник. Х.: Ранок, 2007.
- 2.А.Ф.Лихин. «Концепция современного естествознания». М.: Проспект, 2006

## İDEAL QAZ QANUNLARINA AİD QRAFİK MƏSƏLƏLƏRİN HƏLLİ

S.B.Abasova, R.Ş.Rəhimov.

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, IV kurs

Qaz qanunlarının öyrənilməsində qrafik məsələlərin həlli xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Qrafikləri təhlil etməklə şagirdlər izoprosesləri daha dərinlən öyrənirlər. Qrafikləri təhlil etmək məqsədi ilə aşağıdakı nümunələrə baxaq. Qaz qanunlarını öyrənərkən şagirdlərin əsasən aşağıdakı qaydaları xatırlamaları vacibdir.

1) PV-koordinatlarında izotermi yuxarıda yerləşən qrafikdə, temperatur böyükdür.

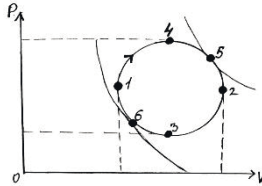
2) VT-koordinatlarında izobar aşağıda yerləşən qrafikdə təzyiq böyükdür.

3) PT-koordinatlarında izoxor aşağıda yerləşən qrafikdə həcm böyükdür.

Parametrlərin dəyişmə xarakterini izah etmək üçün uyğun izoproseslərin qrafiklərinə baxaq.

### Məsələ №1

Şəkildə verilmiş qrafikdə göstərilən prosedə makroskopik parametrlər (P,V,T) necə dəyişər?



1. Həcm minimum və maksimum qiymət aldığı 1 və 2 nöqtələrindən izoxorlar çəkək. 1→2 prosesində həcm artır, 2→1 prosesində həcm azalır.

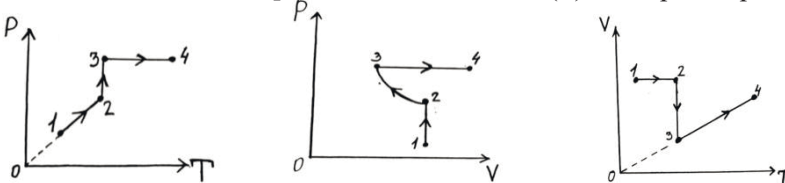
2. Təzyiqin maksimum və minimum qiymət aldığı 3 və 4 nöqtələrindən izobarlar çəkək. 3→4 prosesində təzyiq artır, 4→3 prosesində isə təzyiq azalır.

3. Temperaturun minimum və maksimum qiymətlərinə uyğun nöqtələrdən izoterm çəkək. Görünür ki, 6→5 prosesində temperatur artır, 5→6 prosesində isə temperatur azalır.

İndi isə bir qrafikdən verilən şərtə görə digər qrafikin qurulmasına baxaq.

### Məsələ №2

PT koordinatlarında verilən qrafikə əsasən P(V) və V(T) asılılıqlarını qurun.



1. 1→2  $V=\text{const}$   $P\uparrow$  artır,  $T\uparrow$  artır.

2. 2→3  $T=\text{const}$   $P\uparrow$  artır,  $V\downarrow$  azalır.

3. 3→4  $P=\text{const}$   $T\uparrow$  artır,  $V\uparrow$  artır.

Sonda qeyd edək ki, müəllim bu mövzuya aid qrafik məsələlərin həllindən həm təkrar məqsədi ilə, həm də şagirdlərinin qaz qanunlarına aid biliyinin yoxlanılması üçün istifadə edə bilər.

**SAXLANMA QANUNLARININ TƏDRİSİNİN KURRİKULUM PROQRAMI  
ƏSASINDA NECƏ APARILMASI NÜMUNƏSİNDƏ REALLAŞDIRILACAQ  
ALT STANDARTLAR**

**R.Ş.Rəhimov<sup>1</sup>, T.A.Aslanova**  
***Baku Dövlət Universiteti, II kurs (magistr)***

Enerji və impulsun saxlanma qanununu reallaşdıran alt standartlar aşağıdakılardır.

a) Mexaniki və istilik hadisələrinin qanun və qanunauyğunluqlarını şərh edir.

b) Mexaniki və istilik hadisələrinin qanun və qanunauyğunluqlarına aid (qrafik kəmiyyət və keyfiyyət tipli) məsələlər qurur və həll edir.

c) Mexaniki və istilik hərəkətini xarakterizə edən kəmiyyətlər arasındakı əlaqəni şərh edir.

ç) Mexaniki və istilik hadisələrinin tətbiqinə dair təqdimatlar edir.

d) Mexaniki və istilik hadisələrinə dair qanunları təcrübi üsulla yoxlayır, nəticələrini təqdim edir.

e) Mexaniki və istilik hadisələrini xarakterizə edən fiziki kəmiyyətlər arasındakı asılılıqları müəyyənləşdirir.

f) Texnikanın inkişafında iş prinsipi mexaniki və istilik hadisələrinə əsaslanan qurğulara dair təqdimatlar edir.

g) Texnikanın ( mexaniki və istilik qurğuları) inkişafında fizika elminin roluna dair tədqiqatlar aparır, nəticələrini təqdim edir.

Saxlanma qanunlarının müzakirəsi bitdikdən sonra dərslərdə verilən nəzəri materialla (<fəal oxu> metodu ilə) tanış olub şagirdlərə təqdimat hazırla tapşırığı verilə bilər. Bu təqdimatın anlayışları içərisində zamanın <bircinsliyi> və məkanın <bircinsliyi> anlayışları xüsusi yer tutur. Yeni proqramda məkan və zamanın simmetriya xassəsinin əsasını a) zamanın bircinsliyi b) məkanın bircinsliyi və izotopu təşkil etməsi haqqında məlumatlar verilmişdir. Müəllim yeni anlayışlar olduğu üçün bu xassələrin mahiyyətini açmalıdır.

**Ədəbiyyat**

1. Qaralov E.İ. Məktəb islahatının gedişi: ilk addımlar və problemlər. 1986
2. Mehrabov A. və b. Fizika kursu. Bakı, 1982

---

<sup>1</sup> [turkan.aslanova1996@gmail.com](mailto:turkan.aslanova1996@gmail.com)

## TƏZYİQ. PASKAL QANUNUNUN TƏCRÜBİ VƏ NƏZƏRİ TƏSDİQİ

X.E.Səmədova, A.K.Orucov

Bakı Dövlət Universiteti

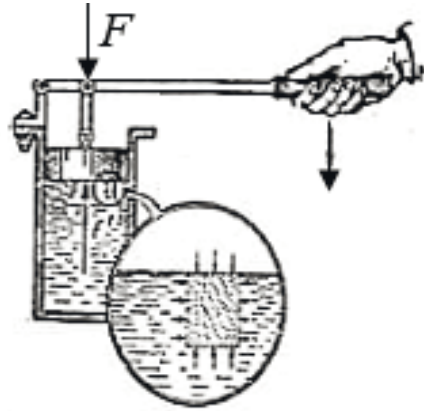
Fizika fakültəsi, II kurs

Nisbi sükunətdə olan maye daxilində ixtiyari həcm elementi götürüb, ona təsir edən qüvvələri daxili və xarici qüvvələrə ayıraraq. Daxili qüvvələr, götürülmüş maye elementini təşkil edən hissəciklər arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvələri olduğundan, qiymətcə bir-birinə bərabər olmaqla, bir düz xətt üzrə əks tərəflərə yönəldiyi üçün onların əvəzləyicisi sıfıra bərabər olur.

Bərk cisimlərdə ixtiyari istiqamətdə qüvvənin təsiri altında yaranan gərginliyin həm normal və həm də toxunan toplananı ola bildiyi halda, sükunətdə olan mayelərdə gərginliyin bütün hallarda toxunan toplananı sıfıra bərabər olduğundan, yalnız normal toplananı vardır. Məhz bu səbəbdən də mayelərdə sükunət sürtünməsi olmur. Mayelərdə toxunan gərginliyin çox cüzi qiyməti onun axmasına səbəb olur.

Mayelərdə daxili gərginliyin yaranmasını təcrübi yolla asanlıqla öyrənmək olar. Silindr daxilindəki mayeni (və ya qazı) porşenlə sıxsaq, ona müəyyən  $F$  qüvvəsi təsir edəcəkdir.

Maye sükunətdə olduğu üçün maye tərəfindən də porşenə qiymətcə həmin qüvvəyə bərabər, lakin əks istiqamətli qüvvə təsir edəcəkdir. Mayenin ixtiyari həcm elementinə də ona qonşu olan digər maye elementləri tərəfindən müəyyən qüvvə təsir edəcəkdir ki, bu qüvvələr də bərk cisimlərdə olduğu kimi daxili gərginliyin yaranmasına səbəb olacaqdır (şəkil 1). Lakin bərk cisimlərdən fərqli olaraq, mayelərdə bu gərginliyin, yaxud qüvvənin heç bir şəraitdə toxunan toplananı ola bilmir. Mayelərdə gərginliyin (və həmçinin qüvvənin)



Şək. 1

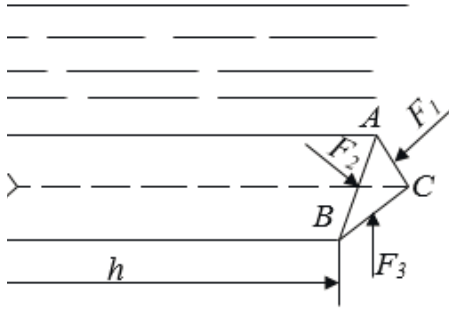
toxunan toplananın olmamasını bir sıra təcrübələrlə müəyyən etmək olar. Mayedə üzən cismə üfqi istiqamətdə təsir edən ixtiyari qüvvə onu hərəkətə gətirəcəkdir. Eləcə də otaqda havada üzən uşaq şarı ixtiyari istiqamətdə kiçik qüvvənin təsiri altında hərəkət edir. Qaz (hava) şarın hərəkətinə mane ola bilmir.

Sükunətdə olan mayelərdə yalnız normal gərginlik təsir etdiyindən, demək olar ki, həmişə baxılan həcm elementini sıxır. Odur ki, *maye səthinə normal istiqamətdə təsir edərək, onun daxilinə doğru yönələn qüvvəyə təzyiq qüvvəsi deyilir. Mayenin vahid səthinə təsir edən təzyiq qüvvəsinə isə təzyiq deyilir.* Təzyiqi  $P$ , təzyiq qüvvəsini  $F$ , maye səthinin sahəsini isə  $S$  ilə işarə etsək, onda

$$P = \frac{F}{S} \quad (1)$$

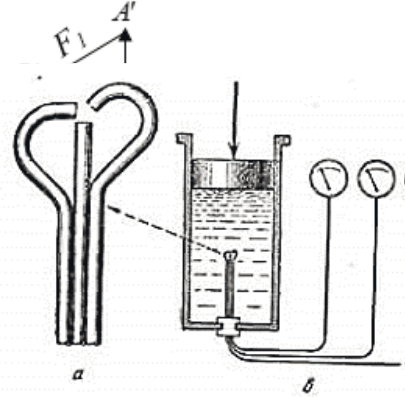
İlk dəfə olaraq fransız alimi B.Paskal (1623-1662) müəyyən etmişdir ki, *qapalı qabdakı mayeyə göstərilən xarici təzyiq bütün istiqamətlərdə dəyişmədən*

bərabər paylanır. Bu qanun onun şərəfinə olaraq *Paskal qanunu* adlanır. Paskal qanununu nəzəri yolla çıxarmaq üçün sükunətdə olan maye (və ya qaz) daxilində ixtiyari üçüzlü prizma təsvir edək (şəkil 2). Prizmanın bir-birinə paralel olan oturacaqlarına təsir edən təzyiqlər qüvvələri qiymətcə bərabər olub, istiqamətcə əks tərəflərə yönəldiyindən, onların əvəzləyicisi sıfır bərabər olacaqdır.



Şəkil 2

Prizmanın yan üzvlərinə perpendikulyar istiqamətdə təsir edən təzyiqlər qüvvələrini  $F_1, F_2$  və  $F_3$ -lə işarə edək. Həmin qüvvələrdən qurulmuş  $A'B'C'$  qüvvələr üçbucaqlısının tərəfləri prizmanın oturacaq səthinə paralel olan müstəvi ilə kəsişməsindən alınan  $ABC$  üçbucağının uyğun tərəflərinə perpendikulyar olduğundan, oxşar üçbucaqlar olacaqdır (uyğun tərəfləri perpendikulyar olduğu üçün uyğun bucaqları da bərabər olacaqdır). Odur ki,  $A'B'C'$  və  $ABC$  üçbucaqlarının oxşarlığından



Şəkil 3

$$\frac{A'B'}{AC} = \frac{B'C'}{AB} = \frac{A'C'}{BC};$$

və ya

$$\frac{F_1}{AC} = \frac{F_2}{AB} = \frac{F_3}{BC} \quad (2)$$

Digər tərəfdən  $F_1 = P_1 \cdot AC \cdot h$ ;  $F_2 = P_2 \cdot AB \cdot h$  və  $F_3 = P_3 \cdot BC \cdot h$  təzyiqlər qüvvələri olduğundan

$$\frac{P_1 \cdot AC \cdot h}{AC} = \frac{P_2 \cdot AB \cdot h}{AB} = \frac{P_3 \cdot BC \cdot h}{BC}, \quad (3)$$

yaxud

$$P_1 = P_2 = P_3. \quad (4)$$

Prizmanı çox kiçik götürməklə, maye daxilində ixtiyari nöqtə ətrafında müxtəlif istiqamətlərdə təzyiqlərin eyni olduğunu görürük. Deməli, sükunətdə olan maye və qaz daxilindəki təzyiqlər (statik təzyiqlər) prizmanın bütün üzvlərində eynidir.



Prizma ixtiyari istiqamətdə götürüldüyündən, (4) şərti ixtiyari vəziyyətdə götürülmüş prizma üçün də ödənəcəkdir. Bununla da Paskal qanununun doğruluğunu isbat etmiş oluruq. Paskal qanununun doğruluğunu tamamilə başqa yolla (nəzəri) maye və ya qaz daxilində tetraedr götürməklə də isbat etmək olar.

Paskal qanununun doğruluğunu təcrübi yolla da yoxlamaq olar. Xarici təzyiq altında sükunətdə olan maye içərisinə ucları bir nöqtədə, lakin müxtəlif istiqamətdə olmaqla bir-biri ilə birləşmiş üç boru götürək. Boruların uclarını manometrlərlə birləşdirsək, təzyiqin qiyməti dəyişmədikdə, manometrlərin göstərişlərinin eyni olduğunu görürük (şəkil 3). Porşenlə mayeyə təsir edən qüvvəni (təzyiqi) dəyişməklə, manometrlərin göstərişləri dəyişəcəkdir, lakin bütün hallarda manometrlərin göstərişləri eyni olacaqdır. Bununla da Paskal qanununun doğruluğu təcrübi yolla yoxlanılmış olur.

## **YERİN MAQNİT SAHƏSİ**

**G.V.Kərimzadə<sup>1</sup>, A.K.Orucov**

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Fizika fakültəsi, II kurs*

Maqnit sahəsi-materiyanın elə növüdür ki, onun aşkara çıxarılması bu sahəyə gətirilmiş cərəyanlı naqilə təsir edən qüvvə ilə xarakterizə olunur. Elektrik və qravitasiya sahələri kimi maqnit sahəsinin də özünə məxsus xarakterik xüsusiyyətləri vardır. Bu xüsusiyyət ondan ibarətdir ki, o, sahəyə nəzərən müəyyən istiqamətdə yönəlmiş elektrik cərəyanı axan naqilə qüvvə ilə təsir edir. Bu xassəyə ancaq maqnit sahəsi malikdir, elektrik və qravitasiya sahələri bu xassəyə malik deyildir. Maqnit sahəsinə gətirilmiş cərəyanlı naqil hərəkət edirsə, deməli bu hərəkətin əmələ gəlməsində maqnit sahəsi enerjiyə malikdir. Enerji isə materiyasız mövcud deyil. Deməli o, həm də kütləyə malik olmalıdır. Buradan aydındır ki, maqnit sahəsi də maddidir. Maqnit sahəsinə xarakterizə edən kəmiyyət, maqnit sahəsinin intensivliyidir. Maqnit sahəsinin mənbələri yoxdur, yəni təbiətdə elektrik yüklərinə oxşar maqnit yükləri mövcud deyildir. Yer in ətrafında maqnit sahəsinin mövcud olmasını kiçik maqnit əqrəbini (kompası) tarazlıqdan çıxardıqdan sonra onun əvvəlki vəziyyətinə qayıtması faktı ilə göstərmək olar. Ersted təcrübələrindən məlumdur ki, kiçik maqnit əqrəbinə və yaxud çox kiçik cərəyanlı çərçivəyə yalnız maqnit sahəsi təsir göstərir. Yer in ətrafında maqnit sahəsi necə yaranır? Bu suala indiyə qədər dəqiq cavab verilməmişdir. Buna baxmayaraq Yer in maqnit sahəsinin yaranması haqqında çox inandırıcı fərziyyələr vardır.

1.Yer yaxşı naqildir və müəyyən səbəblərə görə o elektrik yükünə malikdir. Yer in Günəş və öz oxu ətrafında fırlanması zamanı onda olan yüklərin yaratdığı cərəyanı dairəvi cərəyanlara bənzətmək olar və belə cərəyanlar da öz ətrafında maqnit sahəsi yaradır.

2.Digər göy cisimlərinin yaratdığı maqnit sahəsi və Yerdə olan sabit maqnit hövzələrinin yaratdığı sahələr hamısı toplanaraq yer ətrafında ümumi bir sahə yaradırlar.

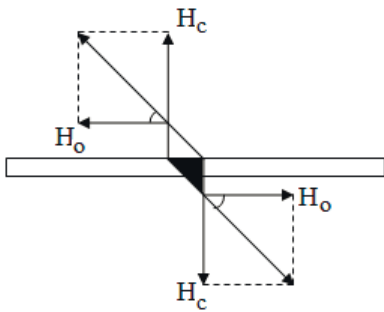
Yer maqnetizmi – Yer in öz ətrafında maqnit sahəsinin mövcudluğunu əsaslandırın xassəsidir. Yupiterdə, Marsda, digər planetlərdə, Günəşdə maqnit sahəsinin olduğu sübut edilmişdir. Venera və Ayda maqnit sahəsi yoxdur. Yüklü zərrəciklər Yer in radiasiya kəmərinə meydana gətirir və yerləşdikləri Yer kürəsinin bütün sahəsi maqnetosfer adlanır. Günəşin yerlə işıqlandırılan tərəfində maqnitofosfer təxminən 10-15 Yer radiusu olan sferik səthlə bağlanır, əks tərəfində isə geomaqnit bir quyruğu kimi uzanır. Maqnitofosfer planetlərarası sahədən keçit bölgəsi ilə ayrılır. Kosmik ölçmələrə görə Yer in maqnit sahəsi Yerdən bir neçə Yer radiusuna bərabər məsafələrə qədər yayılır (maqnitofosfera). Yer in Günəşə tərəf olan hissəsində maqnit sahəsi nisbətən sıxılmış olur. Yerdən Günəşə qədər olan məsafə boyunca 10 Yer radiusuna bərabər məsafələrdə Yer in requlyar maqnit sahəsi qeyri-requlyar və yaxud xaotik sahəyə keçir. Bu sərhəd maqnitopauza adlanır və Günəş selinin küləyinə nəzərən demək olar ki, stabil qalır. Yer in maqnit sahəsinin intensivliyi məsafənin kubu ilə mütənəsidir və dipol xarakterlidir. Geomaqnit sahəsinin dipol xarakterli olması ilə əlaqədar olaraq, radiasiya qurşaqları aypara şəkilli əyri xətlərdən ibarətdir. Daxili qurşaq nisbətən stabildir, xarici qurşaq isə kiçik dəyişikliyə məruz

<sup>1</sup> *kerimzadegulnaz@gmail.com*

qalmışdır. Bu dəyişiklik əsasən maqnit fırtınaları zamanı daha çox olur. Yer hərəkət edərkən maqnetik buludlara çevrilir və Yer kürəsində güclü bəzən həddindən artıq dağıntılara səbəb olur. Xüsusilə Yer maqnit sahəsində güclü dağıntıları maqnetik fırtınalardır. Tez-tez maqnit fırtınaları Yerin Günəş tərəfindən atılan hissəciklər axını ilə keçməsi səbəbindən bir Günəş alovundan 1-2 gün sonra baş verir. Yer maqnit sahəsində gündəlik dəyişikliklər var. Yer maqnit sahəsindəki bu dəyişikliklərin səbəbi yüksək hündürlükdə atmosferə axan elektrik cərəyanlarıdır. Bunlar Günəş radiyasından qaynaqlanırlar. Yer maqnit sahəsinin intensivliyi maqnit ekvatorundan qütblərə getdikcə artır (0,4 – 0,7 erst). Üfüqi toplanan maqnit ekvatorunda ən böyük qiymətə malikdir (0,4 erst), qütblərdə isə sıfırdır. Şaquli toplanan maqnit qütblərində ən çox yəni 0,7 erst, ekvatorunda isə sıfırdır. Maqnit sahəsinin bu cür paylanması maqnitlənmiş kürənin sahəsinə daha doğrusu isə Yer mərkəzində yerləşən maqnit dipolunun sahəsinə bənzəyir. Dipolun oxu Yer fırlanma oxundan 11,5° meyillidir. Lakin tədqiqatlar göstərir ki, müşahidə edilən sahə xarici və qeyri-dipol sahəsinin toplanması hesabına dipolun sahəsindən fərqlidir. Xarici sahə ionosferadakı elektrik yüklərinin hərəkəti ilə əlaqədar olub atmosfer qabarmaları və Günəş aktivliyi nəticəsində dəyişir. Belə sahənin intensivliyi çox artır, lakin maqnit fırtınaları zamanı, onun qiyməti tam sahənin bir neçə faizi qədər olur. Sahənin qeyri-dipol komponentini tapmaq üçün tam sahədən dipol və xarici sahəni çıxmaq lazımdır. Qeyri-dipol sahə intensivliyi yüksək və zəif, ölçüləri 25°-dən 100°-yə qədər olan qeyri-müntəzəm paylanmış hissələrdən ibarətdir. Belə hissələr ölçüsünə görə dəyişən olur və onların yaranması qalıq maqnitlənmə ilə izah edilir. Ümumiyyətlə Yer maqnit sahəsinin mövcudluğunu qalıq maqnitlənmə ilə izah etmək fərziyyəsi ciddi narazılıqlar yaradır. Məsələn, Yer maqnit sahəsinə məlum edilən və Küri temperaturundan aşağı temperaturda olan ferromaqnit material kifayət qədər deyil (25 km dərinlikdə temperatur 750°C-dən çox olur, ona görə də maqnitlənmə Yer üst təbəqələrinə ola bilər).

Hal-hazırda Yer maqnetizminin yaranmasında Elzasser-Freikel nəzəriyyəsinə daha çox üstünlük verilir.

Qeyri-dipol sahəsinin tez dəyişməsi nüvənin və mantiyanın sərhəddində mayenin burulğanlı hərəkəti nəticəsində olur.



Coğrafi en və uzunluq dairələrindən asılı olaraq Yer maqnit sahəsi müxtəlif olur. Qütblərdə maqnit sahəsinin intensivliyinin üfüqi toplananı sıfıra bərabərdir. Aralıq en dairəsində maqnit sahəsinin intensivliyinin üfüqi toplananını kiçik maqnit əqrəbinə Yer maqnit sahəsinin və cərəyan axan sarğacın maqnit sahəsinin təsirinə əsasən tapmaq olar. Mərkəzində kompas yerləşdirilmiş dairəvi və yaxud kvadrat şəkilli sarğaclardan ibarət olan sistemə tangens bussolu

deyilir. Əvvəlcə tangens bussolu sarğılarını elə vəziyyətə gətirmək lazımdır ki, Yer maqnit meridianı müstəvisi üzərində olsun. Sonra açarı qapayaraq sarğacdən cərəyan buraxırıq. Sarğacdən cərəyan axan zaman maqnit əqrəbinə Yer maqnit sahəsinin üfüqi toplananı ilə yanaşı sarğacın maqnit sahəsi də təsir edəcəkdir. Sarğacın yaratdığı maqnit sahəsi Yer maqnit sahəsinin üfüqi toplananına perpendikulyar olacaqdır. Bu zaman əqrəb yekun sahə  $\vec{H} = \vec{H}_0 + \vec{H}_c$  istiqamətində dönəcəkdir. Burada,  $H_0$  - Yer maqnit sahəsinin üfüqi toplananı,  $H_c$  - isə dolaqların yaratdığı sahədir.

Əqrəb o qədər dönür ki, hər iki sarğacın əqrəbə təsir qüvvələri biri-birini

tarazlaşdırıla bilsin. Əqrəbin meyl bucağını və sarğacın yaratdığı maqnit sahəsinə bilərəkl Yerim maqnit sahəsinin üfui toplananını

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H_c}{H_0} \quad H_0 = \frac{H_c}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (1)$$

ifadəsindən tapmaq olar.

Sarğacın onun mərkəzində yaratdığı maqnit sahəsinin intensivliyi isə Bio-Savar-Laplas qanununa görə tapmaq olar.

İxtiyari cərəyan elementinin  $r$  məsafədə yaratdığı maqnit sahəsinin intensivliyi BS-də

$$dH_c = \frac{Jdl \sin(J, r)}{4\pi r^2} \quad (2)$$

$$\text{SQSM-də } H_k = \frac{J_m dl \sin(J, r)}{r^2} \quad (2') \quad \text{kimi tapılır.}$$

Burada  $J$  - cərəyan şiddəti (amperlə),  $J_m$  - Cərəyan şiddəti (SQSM vahidləri ilə),  $r$  – cərəyan elementindən olan məsafə,  $dl$  – cərəyan elementinin uzunluğudur.

(2)-də  $r$  və  $dl$  metrle, (2’)-də isə santimetrle götürülür. Əgər dairəvi sarğac  $n$  sayda dolaqdan ibarət olarsa onun mərkəzində maqnit sahəsinin intensivliyi BS-də

$$H_k = \frac{nJ}{2r} \quad (3)$$

SQSM-də isə

$$H_k = \frac{2\pi n J_m}{r} \quad (3') \quad \text{kimi olur.}$$

Maqnit sahəsinin intensivliyi (3)-də  $\frac{A}{m}$  -lə, (3’)-də isə erst-lə ifadə olunur.

(3’)-də cərəyan maqnit vahidini BS vahidi ilə  $J_m=10A$  kimi əvəz etsək, onda Yerim maqnit sahəsinin intensivliyi üçün

BS-də

$$H_0 = \frac{nJ}{2r \operatorname{tg} \alpha} \quad (4)$$

SQSM-də isə

$$H_0 = \frac{2\pi J_m}{r \operatorname{tg} \alpha} \quad \text{və ya} \quad H_0 = \frac{0.2\pi n J}{r \operatorname{tg} \alpha} \quad (4')$$

alınar. Əgər sarğac tərəfi  $a$  olan kvadrat olarsa onun mərkəzində maqnit sahəsinin intensivliyi

Kvadratın bir tərəfinin yaratdığı sahənin 4 mislinə bərabər olar. Bir tərəfin yaratdığı sahə intensivliyi BS-də

$$H = \frac{J}{4\pi r} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2) = \frac{J}{4\pi \frac{a}{2}} \left[ \cos \frac{\pi}{4} - \cos \left( \pi - \frac{\pi}{4} \right) \right] = \frac{J\sqrt{2}}{2\pi a} \quad (5)$$

4 tərəfin birlikdə yaratdığı sahə

$$H_{kb} = \frac{2J\sqrt{2}}{\pi a} \quad (6)$$

Sarğac  $n$  sayda dolaqdan ibarət olarsa

$$H_{kb} = \frac{2\sqrt{2}Jn}{\pi a} \quad (7)$$

Yerin maqnit sahəsi BS-də

$$H_0 = \frac{2\sqrt{2}nJ}{\pi atg\alpha} \quad \left[ \frac{A}{m} \right] \quad (8) \quad \text{kimi olar.}$$

SQSM-də

$$H_1 = \frac{J_m}{r} (\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2) = \frac{2\sqrt{2}J_m}{a} \quad (5')$$

$$H_{kb} = \frac{8\sqrt{2}J_m n}{a} \quad (7')$$

$$H_{kb} = \frac{0.8\sqrt{2}Jn}{a} \quad (7'')$$

$$H_0 = \frac{0.8\sqrt{2}Jn}{atg\alpha} \quad (8) \quad \text{olar.}$$

**METALLARDA ELEKTRİK CƏRƏYANININ TƏBİƏTİNƏ DAİR  
FUNDAMENTAL  
TƏCRÜBƏLƏR ONLARIN SƏMƏRƏLİ TƏDRİSİNDƏ İKT-NİN ROLU**

**S.R.Bağirova, İ.N.İsmayılov**  
*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, II kurs (magistr)*

Tədris proqramına uyğun olaraq metallarda elektrik cərəyanı mövzusunun öyrənərkən bir sıra fundamental təcrübələr (K.Rikke, Mandelştam- Papeleksi, Tolmen – Stuart) haqqında geniş məlumat vermək əhəmiyyətli və maraqlıdır. Bu baxımdan elektrik cərəyanının təbiətinin öyrənilməsində problemin düzgün qoyuluşu xüsusi əhəmiyyət kəsb edir və tədrisin ardıcılığının aşağıdakı kimi yerinə yetirilməsini məqsədə uyğun hesab edirik.

1. VIII və IX sinifdə fizika fənninin öyrənilməsi zamanı təcrübələrlə müəyyən edildi ki, cərəyan şiddəti naqilin uclarındakı gərginliklə düz, naqilin müqaviməti ilə tərs mütənasibdir  $I = \frac{U}{R}$  ---, nə üçün?

2. Təcrübədən bilirsiniz ki,  $R = \rho \frac{l}{S}$  --- müqavimət naqilin uzunluğu və onun xüsusi müqaviməti ilə düz, en kəsik sahəsi ilə tərs mütənasibdir, nə üçün?

3. Naqilin xüsusi müqaviməti  $\rho$  təcrübədə ölçülərək cədvələ daxil edilir. Məlum olmuşdur ki, hər bir materialın xüsusi müqaviməti müxtəlifdir. Metallarda temperaturdan asılı olaraq xüsusi müqavimət artır, yarımkeçiricilərdə isə azalır, nə üçün? Onda soruşulur,  $\rho$  nədən asılıdır.  $\rho$ —?

Bu məsələlər “Müxtəlif mühitlərdə sabit cərəyan qanunları” fəslinin tədrisi üçün məsələnin ümumi qoyuluşu hesab edilə bilər. Məsələnin bu cür qoyuluşundan sonra metallarda elektrik cərəyanının təbiətinin öyrənilməsinə baxmaq olar. Bu zaman problemin həlli elektron nəzəriyyəsinin əsasları üzrə yerinə yetirilməlidir. Artıq belə fikirlər irəli sürülürdü ki, metallarda elektrik keçiriciliyini həyata keçirən elektronlardır. Niyə bu qənaətə gəlinmişdir.

Rikkenin apardığı eksperiment metallarda elektrik cərəyanının atom xarakterli olmamasını isbat etməyə həsr edilmişdir. Təcrübənin nəticəsindən sonra Rikke belə bir nəticəyə gəlmişdi: bütün metallarda elektrik keçiriciliyi yaradan yüklər eyni olub metalın növündən (elementdən) asılı deyildir. Onda sual olunur ki, bütün metallarda eyni olan bu yükdaşıyıcılar hansı zərrəciklərdir, nədir?

Bundan sonra problemin tədqiqi ilə əlaqədar iki elmi qrupun işləri haqqında şagirdlərə qısa məlumat vermək lazımdır. Onlardan birincisi, ilk dəfə 1912-cü ildə rus alimləri Mandelştam və Papeleksi, ikincisi isə 1916-cı ildə amerikalı alimləri Tolmen və Styort tədqiqatları ilə müəyyən etmişlər ki, metallarda elektrik cərəyanı elektronların istiqamətlənmiş hərəkətindən ibarətdir. Mandelştam- Papeleksin apardığı fundamental təcrübə bir başa hadisəni keyfiyyətcə, yəni sarğac tormozlanarkən qulaqcıq vasitəsilə müəyyən səsin eşidilməsi ilə müşahidə edildi. Daha doğrusu bu təcrübə ilə yükdaşıyıcının təbiətini aşkar etmək mümkün olmadı. Tolmen- Styortun apardığı təcrübə isə praktik ölçməyə, yəni tormozlanmanın başlanğıc və sonunda cərəyan şiddətinin artıb, azalması qalvanometrin köməyi təyin edə bildilər.

Bu təcrübənin nəticəsi metalda cərəyanın elektron təbiətə malik olmasını təsdiq etdi. İndiki dövrdə təcrübələrin modellərini İKT-nin köməyi ilə ekranda nümayiş etdirərək təcrübənin mahiyyəti haqqında şagirdlərə məlumat vermək yaxşı olardı.

## **EV ŞƏRAİTİNDƏ EKSPERİMENTAL MƏSƏLƏLƏRİN HƏLLİNİN FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ YERİ**

**S.E.Maxsudlu<sup>1</sup>, C.İ.Hüseynov**  
*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*

*Məqalədə eksperimental məsələnin fizika fənninin tədrisindəki effektiv təsirindən bəhs edilmiş və ev şəraitində sadə avadanlıqlardan istifadə etməklə həll edilə bilən eksperimental məsələ nümunə göstərilmişdir.*

Təhsil sisteminin mərkəzini təlim-tərbiyə işinə aktiv yanaşma təşkil etməkdədir. Standart təlim və təhsilin tələblərinə görə tələbələr təkcə müasir elmi nailiyyətləri deyil, həm də təbiət hadisələrini öyrənməyin elmi metodlarını, dünyanı, texnologiyanı, bəşəriyyətin maddi və mənəvi mədəniyyətini dərk etmə metodlarını mənimsəməlidirlər. Müasir bir tələbənin öz peşəsini mənimsəməsi, elmi biliyi olması, sürətlə dəyişən mühitə uyğunlaşmağı bacarması, müstəqil olaraq düzgün qərar verməsi kimi bacarıqlar ali məktəb həyatında formalaşır.

Müasir təhsil sistemində bir müəllimin rolu “bilimin tərcüməçisi” deyil, tələbəni (şagirdi) elmə həvəsləndirən, istiqamətləndirən, onları fəal öyrənməyə cəlb edəndir. Hər bir tələbənin intellektual səylər göstərməsi, fərdi və qrup işlərində iştirak etməsi, müntəzəm və müstəqil bilik əldə etməsinə marağın yaranması müəllimin mövzunu necə tədris etməsindən və həmçinin seçdiyi eksperimental məsələdən asılıdır.

Tələbənin şəxsi maraqları həmişə universitetin və cəmiyyətin tələbləri ilə eyni olmur. Bu səbəbdən müəllim tələbənin fəaliyyətinə, məsuliyyət hissinə, istək və öyrənmə qabiliyyətinə bələd olmalıdır. Çox vaxt öyrənməyə qarşı mənfi münasibətin səbəbi bu xüsusi bacarıqların olmamasıdır.

Ən sadə avadanlıqlara və hətta ev əşyalarına əsaslanaraq həll edilən eksperimental məsələlər fizikanı bizə daha da yaxınlaşdırır, tələbələrin fikirlərində mücərrəd bilik sistemindən "ətrafımızdakı dünyanı" araşdıran bir elmə çevirir.

Hal-hazırda “Koronavirus (Covid -19)” pandemiyası ilə əlaqədar ölkəmizdə tətbiq olunan xüsusi karantin rejimində tələbələrin təhsildən geri qalmamaları üçün ev şəraitində həll oluna bilən eksperimental məsələlər fizikanın tədrisində mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Yuxarıda söylədiklərimizə uyğun kəmiyyət xarakterli eksperimental məsələni nümunə göstərək.

*Krandan suyun axmasını müşahidə edin və hadisəni təsvir edin. Bir xətkəşdən istifadə edərək axan su şırnağını və içərisində suyun hərəkətinin kəmiyyət xarakteristikalarını tapın.*

Ev tapşırıqlarını yerinə yetirərkən tələbələr krandakı su axınının təbiətinin fərqli ola biləcəyini görürlər. Kran tam açıq olduqda şırnaq silindrik formadan xeyli fərqlənən ən gözlənilməz formaları alır. Su kranı bir az açıqdırsa, ondan ayrı damcılar şəklində su axır.

Yalnız bir xətkəş istifadə etsəniz, krandan suyun axma sürətini qiymətləndirə bilərsiniz. Bunun üçün suyun nazik bir şırnaqla krandan axmasına nail olaq. Bu zaman şırnağın müəyyən qədər şaquli hərəkətindən sonra ayrı-ayrı damcılara parçalandığını da müşahidə edirik.

---

<sup>1</sup> maqsudlu.simin@gmail.com

Suyun şırnaqla axdığı hissəyə baxaq. Su şırnağının iki müxtəlif en kəsiyinin, krandakı  $S_1 = \frac{\pi D^2}{2}$  və ondan  $h$  məsafədəki  $S_2 = \frac{\pi d^2}{2}$  ( $D$  və  $d$  kəsiklərin diametrləridir) sahələrini müqayisə edək. Baxılan modeldə şırnağın en kəsiyinin sahəsinin dəyişməsi səthi gərilmə ilə bağlı olmayıb, yalnız suyun təcilli hərəkəti və sıxılmazlığı ilə əlaqədardır. Su  $S_1$  kəsiyini axtarılan  $v_1$  sürəti ilə,  $S_2$  kəsiyini isə  $v_2$  sürəti ilə keçir. Stasionar axın üçün kəsilməzlik tənliyindən yazsa bilərik :

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

Buradan

$$v_2 = (D^2/d^2)v_1 \quad (1)$$

Digər tərəfdən  $v_1$  və  $v_2$  sürətləri arasındakı aşağıdakı əlaqəni nəzərə alaq.

$$v_2^2 - v_1^2 = 2gh \quad \Rightarrow \quad v_1^2 = v_2^2 - 2gh \quad (2)$$

(1) və (2) ifadələrini bərabərləşdirək:

$$v_1^2 = \left( (D^2/d^2)v_1 \right)^2 - 2gh$$
$$v_1 = d^2 \sqrt{\frac{2gh}{D^4 - d^4}} \quad (3).$$

Beləliklə, (3) ifadəsinə əsaslanaraq  $D$ ,  $d$  və  $h$  – xətkeşlə ölçməklə krandakı su axınının sürətini tapmaq olar.

#### **Ədəbiyyat**

1. Бубликов С.В., Регель А.А., Чернышов Р.Б. Обучение решению экспериментальных задач по физике как средство интеллектуального развития учащихся: Учебное пособие / Под ред. В.А. Бордовского. СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена; 2007.
2. В.Н.Ланге. Экспериментальные физические задачи на смекалку: Учебное руководство. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985.



## **MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA ELEKTRODİNAMİKA BÖLMƏSİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

**M.İ.Məmmədli<sup>1</sup>, A.K.Orucov**  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, III kurs*

Məktəb elektrodinamika kursu tədris materialından mücərrədliyi və mürəkkəbliyi ilə fərqlənir. Buna görə də onun tədrisində daha çox əyaniliyə, fiziki eksperimentə, analogiya və model təsvirinə, eləcə də (modellərin EHM-də yaradılmasında daxil olmaqla) ekran vəsaitlərinə, sxemlərə, çertyojlara və s. verilməlidir. Burada əsas diqqət fizika elminin və eləcə də onun tədrisinin əsasını təşkil edən fundamental fiziki təcrübələrə verilməlidir. Elektrodinamika bölməsində fundamental təcrübələr olduqca çoxdur. Orta məktəbdə bu təcrübələrin yalnız bir hissələrinə baxmaq imkanı vardır. İlk növbədə bu aşağıdakı təcrübələrdir:

1) Elektrik yükləri arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvələrinin yüklərin modullarından və onların arasındakı məsafədən asılılığını ifadə edən Kulon təcrübəsi. 2) Elektrik cərəyanın maqnit əqrəbinə təsirini aşkar edən Ersted təcrübəsi. 3) Paralel cərəyanların qarşılıqlı təsirinə aid Amper təcrübəsi, 4) Cərəyan şiddətinin və gərginliyin arasındakı asılılığın xarakterini müəyyən edən Om qanunu. 5) Elektromaqnit induksiyasına aid Faradey təcrübəsi. 6) Elektromaqnit dalğalarının alınmasına, aşkarlanmasına və onların xassələrinin izahına aid Hers təcrübəsi. 7) Metallarda cərəyanın daşıyıcılarının təbiətinin izahına aid Rike təcrübəsi. 8) Metalların elektron keciriciliyini isbat edən Tolmium və Stuard, Mandelstam və Papaleksi təcrübəsi 9) Elektrik yükünün atomistik quruluşunu və elementar elektrik yükünün ölçülməsinə şərait yaradan Milliken və İoffe təcrübələri. 10) Ətalət hesablama sistemlərinin bir-birindən üstün olmamasını göstərən Mayklson və Morli təcrübələri. 11) Işığın sürətinin ölçülməsinə aid Ryömer, Fizo və digər alimlərin təcrübələri. 12) Işığın dalğa xassəsini aşkar edən Yunq təcrübəsi və s. Bu sadalanan fundamental təcrübələrdən bəziləri məktəbdə nümayiş etdirilmir. Onları (məs.: İoffe və Milliken təcrübəsi) illustrasiyaların və şəkillərin köməyi ilə aydınlaşdırırlar. Digərlərini (məs.: Faradeyin elektromaqnit induksiya hadisəsini aşkar edən təcrübəsi) isə müəyyən şəkildə dəyişiklər aparmaqla müasir məktəb avadanlıqlarında nümayiş etdirmək olur. Buna görə də uyğun elmi problemin həlli şagirdlərdə sadə və asan həll olunma təsəvvürü yarada bilər. Məktəb avadanlıqlarının köməyi ilə aparılan təcrübələrdən alınan nəticələrin izahı ilə alimlərin öz dövrlərində qarşılaşdıqları çətinlikləri və onların necə həll olunmasını göstərmək lazımdır. Elektrodinamikanı öyrənərkən fundamental təcrübələrdən başqa digər təcrübələrdə göstərmək lazımdır. Məs.: Əsas fiziki anlayışların verilməsinə yardımçı olan təcrübələr, elektrodinamikanın mahiyyətini açan təcrübələr (sahələrin elektrik və maqnit sahələrinə ayrılmasının nisbiliyi, elektrik yükünün hərəkəti zamanı onun ətrafında eyni zamanda elektrik və maqnit sahəsinin mövcudluğu və s.) eləcə də bu kəmiyyətlər arasındakı asılılığı miqdarca xarakterizə edən təcrübələr. Elektrodinamikaya aid təcrübələrdə proseslərin mexanizmi üçün prinsipial olan şey odur ki, onları birbaşa müşahidə etmək olmur-onlar makro səviyyədə deyil mikro səviyyədə formalaşırlar. Fiziki təcrübə yalnız elektrik yükünün təsirini illüstrasiya (cərəyanlarda) edir. Yüklərin özü isə birbaşa müşahidə edilmir. Fiziki hadisələrin mənimsənilməsi üçün modellər, analogiyalar,

<sup>1</sup> *memo.imtahan21@gmail.com*

xəyali təcrübələr daha əhəmiyyətli və faydalı olur. Elektrodinamikanın əsaslarını öyrənərkən aşağıdakı modellərdən istifadə edilir: sərbəst elektron, elektron qazı modeli, naqıl və dielektrik modeli (sərbəst elektron modelinə görə), naqılların, dielektriklərin zona modeli. Elektrodinamikanı öyrənərkən əsasən maddi modeldən deyil, şagirdlərin təfəkküründə mücərrəd səviyyədə qavram yaradan xəyali modellərdən istifadə edilir. Elektromaqnit hadisələrini öyrənərkən analogiyadan da geniş istifadə etmək olar: elektrik cərəyanı və maye axını (sel) arasında, öz-özünə induksiya və ətalət hadisələri arasında, termoelektron emissiyası və mayelərin buxarlanması arasında, qravitasiya və elektrik sahəsi arasında və s. Bir sıra hallarda təlimin əyaniliyi artırmaq üçün maddi model-analogiyalardan istifadə edilir.

Elektromaqnit dalğalarını öyrəndikdə radioqəbuledicinin, radioteleqraf xəttinin, radiotelefon rabitənin modellərdən, elektromaqnit dalğalarının yayılması və məlumatın məsafəyə verilməsi modellərindən istifadə edilir. Real eksperiment aparıla bilinməyən hallarda xəyali eksperimentlərdən istifadə edilir. Məsələn: belə təcrübələr, yüklənmiş cisimlərin müxtəlif hesablama sistemlərində qarşılıqlı təsirinə baxarkən xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinin postulatları və ondan çıxan nəticələri öyrənərkən mümkündür. Təlim prosesində modul və analogiyalardan istifadə olunan fiziki və xəyali təcrübələrlə yanaşı daim E.H.M və ekran vasitələrinə də müraciət etmək məqsədə uyğundur. Elektrodinamika bölməsinin daha bir xüsusiyyəti onun dünya görüşü və politexnik materiallarla zəngin olmasıdır. Şagirdlərin işini elə təşkil etmək lazımdır ki, onlar materialı mənimsəsinlər və qavrasınlar. Fizika və texnikanın əsasında A.Amper, M.Faradey, K.Maksvel, Ş.Kulon, M.B.Lomonosov, E.Lens, A.Q.Stolotov, P.N.Lobedov, Q.Qerq, A.F.Joyje kimi alimlərin rolunu xüsusi qeyd etmək əhəmiyyətlidir.

## **FİZİKA FƏNNİNİN TƏDRİSİNDƏ EKOLOJİ MƏSƏLƏLƏR**

**Ü.V.Seyidova<sup>1</sup>, Y.Q.Nurullayev**  
**Bakı Dövlət Universiteti**  
**Fizika fakültəsi, I kurs (magistr)**

*Fizika fənni təbiət haqqında fundamental elm sahələrindən biri olub şagirdlərdə ekoloji biliklərin formalaşmasında geniş imkanlara malikdir. Məhz bu baxımdan elmin ekologiyalaşdırılması diqqət mərkəzində durmalıdır. Elmi-texniki inkişaf dövründə ekoloji problemin kəskinliyi özünü göstərir. Ona görə də son illərdə ekoloji təhsil problemlərinə daha çox fikir verilməsinə başlanmışdır. Ekoloji böhranın qorxusu insanları təbii ehtiyatlardan əlverişli istifadəyə, təbiətə şüurlu münasibətə, onun qorunmasına çağırır.*

Ətraf aləmin qorunması-planetin ən aktual problemidir. Bu baxımdan fizikanın təlimində şagirdlərə öyrədiləcək əsas ekoloji bilikləri və yaxud həmin biliklərin aparıcı ideyalarının aşağıdakı kimi qruplaşdırılması məqsədəuyğundur.

-təbiət hadisələrinin qarşılıqlı əlaqəsi;

-əmək prosesində təbiətin dəyişdirilməsi;

-insanla təbiətin qarşılıqlı əlaqəsinin zəruriliyinin, mümkünlüyünün optimallaşdırılması və fiziki qanunların təbiətin mühafizəsində rolu.

Texniki tərəqqinin sürətli inkişafı biosferdə maddələr mübadiləsinin yeni yollarını yaratmışdır. Hazırda şəhər ətrafı mühit sənaye, kənd təsərrüfatı və digər tullantılarla çirklənir. Hesablamalara görə bütün Yer kürəsində belə tullantıların sayı 500 milyon tondan çoxdur. Bu tullantılardan çoxu təbii dairəvi prosesdən kənar qalır. Yer kürəsində təqribən  $2 \cdot 10^{12}$  tona qədər karbon qazı vardır. Bundan təqribən  $10^{11}$  tonu okeanlarla atmosfer arasında əlaqədə iştirak edir. Dünya okeanlarında karbon qazı atmosferdəkinə nisbətən 60 dəfə çoxdur. Qazlar soyuq suda daha yaxşı həll olduğundan okeanlar təbiətdə bir növ nasos rolunu oynayır. Soyuq tərəflərdə karbon qazı sular tərəfindən daha çox udulur, isti tərəfdə isə atmosfərə buraxılır. Odur ki, tropik enliklərdə atmosferdəki karbon qazının parsial təzyiqi soyuq yerdəkinə nisbətən çox olur. Digər tərəfdən suda həll olan karbon qazının bir hissəsi oradakı canlıların skletinin yaranması ilə nəticələnir. Beləliklə, bu proses daim atmosferdə karbon qazının azalmasına səbəb olur. Lakin aparılan tədqiqatlar göstərir ki, dairəvi prosesə baxmayaraq hər il atmosferdəki karbon qazının miqdarı təqribən 0,2 % artır. Məlumdur ki, karbon qazı infraqırmızı oblasta düşən işıq enerjisini udur. Günəşdən Yerə gələn şüalanmanın maksimumu görünən işıq oblastına düşür. Yerin şüalanması isə infraqırmızı oblasta düşür, deməli atmosfer bir növ filtr rolunu oynayır. Atmosfer Günəşdən gələn şüaları buraxır, lakin Yerdən olan şüalanmanı isə buraxmır və atmosferdə karbon qazının çoxalması get-gedə istiliyin artmasına səbəb olur [1].

Atmosferin çirklənməsinə təsir edən səbəblərdən biri də Yer atmosferinin toz hissəcikləri ilə çirklənməsidir. Son illərdə atmosferin toz qırıntıları ilə çirklənməsi əsrin əvvəlinə nisbətən 20 % artmışdır. Atmosfer şəraitinin dəyişməsi adamlara və onların sağlamlığına ciddi təsir edir. Atmosferin çirklənməsi nəticəsində Yer üzərində uzun dalğalı elektromaqnit şüalanmasının sıxlığının çoxalması insan orqanizmində gedən elektrik proseslərini pozur və insanın səhhətinə güclü təsir göstərir.

<sup>1</sup> ulya.seyidova2384@gmail.com

Təbiətdə ekoloji tarazlığın pozulmasının qarşısını almaq məqsədilə müəyyən alternativ enerji mənbənlərindən istifadə olunması məqsədəuyğundur. Belə enerji mənbələri çaylar üzərində qurula bilən kiçik su elektrik stansiyaları, günəş şüaları ilə işləyən fotoçeviricilər və bioenergetika ola bilər. Fotoçeviricilərdə Günəşli gündə işıq enerjisi elektrik enerjisinə çevrilir və akkumulyatorlarda toplanaraq istifadə olunur.

#### **Ədəbiyyat**

1. Qəhrəmanov N., Barxalov B., Nurullayev Y. Radiasiya və həyat təhlükəsizliyi, Bakı, 2008, 185 s.

## ZƏNCİRVARI NÜVƏ REAKSIYASI BÖLMƏSİNİN TƏDRİSİNDƏ EKOLOJİ AMİLLƏR

Ü.V.Seyidova<sup>1</sup>, Y.Q.Nurullayev  
*Bakı Dövlət Universiteti*  
*Fizika fakültəsi, I kurs (magistr)*

*Zəncirvari nüvə reaksiyasının getməsi üçün uranın ilkin kütləsi mühüm rol oynayır. Belə ki, nüvənin bölünməsindən alınan heç də hər neytron başqa nüvələrin bölünməsinə təmin edə bilmir. Zəncirvari reaksiyanın alınması üçün hər əvvəlki bölünmə prosesi nəticəsində ayrılan neytronlardan ən azı biri növbəti uran nüvəsi tərəfindən tutulmalıdır.*

Hazırda elektrik enerjisi almaq üçün atom elektrik stansiyaları da əlverişli sayılır. Atom energetikasının əsasını nüvə və termonüvə reaksiyaları təşkil edir. Məsələn gücü 4 milyon kVt olan istilik elektrik stansiyası üçün bir ildə 20 milyon ton daş kömür tələb olduğu halda həmin gücə malik atom elektrik stansiyasında 60 ton zənginləşdirilmiş uran tələb olunur. Belə stansiyalarda alınan isti su və buxar evlərin qızdırılması və istixanalarda istifadə olunur. Amma atom elektrik stansiyalarının yaşayış şəhərlərinə yaxın yerləşməsi əhali üçün həmişə təhlükə mənbəyidir. Belə stansiyalarda baş verən qəzalar, radiasiya şüalanması və radioaktiv tullantılar həmişə ekoloji təhlükə yaradır. Atom nüvəsinin bölünməsi zamanı ayrılan enerji 200 *MeV* -dir. Məsələn, litium nüvəsini bölmək üçün onu böyük kinetik enerjili protonlarla atəşə tutmaq lazımdır. Bunun üçün hidrogen atomundan elektronu qoparmaq və təklənmiş protona 8000 *km/san* sürət vermək lazımdır. Belə böyük sürət baha başa gələn xüsusi qurğular vasitəsilə alınır.

Uran nüvəsinin bölünmə reaksiyasında neytron udan uran nüvəsi 200 *MeV* enerji verməklə yanaşı, həm də yeni “nəsil” neytronlar buraxır. Bu neytronların qarşısına başqa uran nüvələri çıxdıqda yenə 200 *MeV* miqdarında enerji porsiyaları və başqa “nəsil” neytronlar ayılır. Nəticədə ilkin neytronların təsiri altında uran nüvəsi bölünməsinin zənciri alınır.

Nüvənin hər bölünməsində yeni “nəsil” neytronlar yarandığından, zəncir şaxəli alınır.  ${}_{92}^{235}\text{U}$  izotopunun nüvəsi həm sürətli, həm də yavaş neytronlarla bölündüyünə görə zəncirvari reaksiyada əsasən ondan istifadə olunur. Zəncirvari nüvə reaksiyasının getməsi üçün nüvənin hər bölünməsində yaranan yeni nəsil neytronların sayı, bölməni yaradan əvvəlki nəsil neytronların sayından az olmamalıdır [1]. Bu şərti müəyyən etmək üçün neytronların artma əmsalı anlayışından istifadə olunur: ***Hər hansı nəsilədən olan neytronlar sayının ondan əvvəlki nəsiləki neytronlar sayına olan nisbətində neytronların artma əmsalı deyilir:***

$$k = \frac{N_i}{N_{i-1}}.$$

Zəncirvari nüvə reaksiyasının getməsi üçün neytronların artma əmsalı **k** vahiddən böyük və ya ona bərabər olmalıdır:

$$k \geq 1.$$

Neytronların artma əmsalı **k>1** olduqda, bölünmə yaradan neytronların sayı

<sup>1</sup> ulya.seyidova2384@gmail.com

zaman keçdikcə artır. Nəticədə, idarə olunmayan və partlayışa səbəb olan zəncirvari nüvə reaksiyası baş verir. Neytronların artma əmsalı  $k=1$  olduqda, bölünmə yaradan neytronların sayı dəyişməz qalır, idarəolunan zəncirvari nüvə reaksiyası baş verir. Neytronların artma əmsalı  $k<1$  olduqda, neytronların sayı zaman keçdikcə, azalır və reaksiya sönür.

***Zəncirvari nüvə reaksiyasının getməsi üçün tələb olunan ən kiçik uran kütləsi böhran kütlə adlanır.*** Məsələn, kürə şəkilli təmiz uran  ${}_{92}^{235}\text{U}$  üçün böhran kütlə təxminən 50 kq-dır. Uranın sıxlığı çox böyük olduğundan, bu kürənin radiusu cəmi 9 sm-dir.

#### **Ədəbiyyat**

1. Qəhrəmanov N., Barxalov B., Nurullayev Y. Radiasiya və həyat təhlükəsizliyi. Bakı, 2008, 185 s.

## **AQAROZANIN SULU MƏHLULUNA MÜXTƏLİF ƏLAVƏLƏRİN TƏSİRİ**

**E.Məsimov<sup>1</sup>, T.Musayeva**

***Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi, II kurs (magistr)***

Aqaroza ən möhkəm gələmələgətirmə qabiliyyətinə malik polisaxariddir. Polisaxaridlər əsasən okean yosunlarından alınır. Aqaroza bəzi qırmızı dəniz yosunlarından alınır. Otaq temperaturunda optik sıxlığın və şüaburaxmanın polimerin konsentrasiyasından asılılığının tədqiqi məsələsində məlum olmuşdur ki, aqarın konsentrasiyasının  $c > 0,15$  % çəki qiymətlərində məhlul gel halına keçir. Saf aqarozanın sulu məhlulu elektrik cərəyanını praktiki olaraq keçirmir. Aqarozanın sulu məhluluna ( $c < 0,15$ ) KBr duzunu əlavə etdikdə məhlul elektrik keçiriciliyinə malik olur. Bu keçiricilik məhlulda həll olan duzun ionlarına ayrılması (dissosiasiya) nəticəsində yaranan müsbət və mənfi yüklü ionlar hesabına yaranır. Məhlulda KBr-un konsentrasiyasını sabit saxlayıb, aqarozanın konsentrasiyasını artırıqda elektrik keçiriciliyi də artır. Bunun səbəbi isə odur ki, aqaroza polimeri su molekullarını özünə daha çox cəzb edir. Aqarozanın konsentrasiyasını artırıqda aqaroza polimerinə "yapışan" su molekulları daha çox olur. Ona görə də ionlara "yapışan" (hidratlaşma) su molekullarının sayı azalır. Nəticədə ionların sürəti və beləliklə, elektrik keçiriciliyi də artır.

### **Ədəbiyyat**

1. Məsimova A.B. Aqar gəlinin istilik xassələrinə müxtəlif əlavələrin təsiri., Akademik B.M.Əsgərovun 80 illik yubileyinə həsr olunmuş "Fizikanın aktual problemləri" beynəlxalq elmi konfransı., 2013, I, Number:I, Pages:189 – 190
- 2.Djabourov M., Nishinary K., Ross-Murfay S. Physical Gelation from Biological and Synthetic Polymers, Cambridge University Press, 2013, 368 p.
- 3.Шмидт В., Оптическая спектроскопия для химиков и биологов, М.: Техносфера, 2008, 373 с.

---

<sup>1</sup> [turkanamusayeva1@gmail.com](mailto:turkanamusayeva1@gmail.com)

## **NANOHISSƏCİKLƏRİN VİRUSLARA QARŞI MÜBARİZƏDƏ ROLU**

**S.V.Məmmədova<sup>1</sup>, İ.S. Əhmədov**

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Fizika fakültəsi, IV kurs*

Virus infeksiyası dünya miqyasında ciddi problemlər yaradır, dünyada milyonlarla insana təsir edir, həm sağlamlığa, həm də sosial-iqtisadi inkişafa mənfi təsir göstərir. Virus ölçüləri nanometr tərtibində mikroskopik parazitdir. Məsələn, ölçüsü 45 nm olan Hepatit və 200 nm tərtibdə olan Covid-19 virusu E.coli bakteriyasından uyğun olaraq 40 və 10 dəfə kiçikdir. Viruslar canlı struktur deyil, yalnız hüceyrə daxilinə daxil olan kimi canlanır. Virusların genomu böyük deyil, o yalnız hüceyrə daxilində replikasiyası üçün lazım olan fermentləri və zülalları kodlaşdırır. Alimlər müəyyən etmişlər ki, virus, məsələn Covid-19 əvvəlcə örtüyündə olan qlikoprotein S çıxıntısı ilə hüceyrənin membranına anqiotenzin çevrilməsinə cavabdeh olan ferment 2 (ACE2) ilə birləşir və bundan sonra hüceyrəyə daxil olur. İnfeksiya zamanı S zülalı iki S1 və S2 subvahidinə parçalanır. S1 zülalının birləşdirici reseptor domeni (RBD) birbaşa ACE2 – nin peptidaza domeni (PD) ilə birləşir. Hüceyrə daxilində düşən kimi, virusun genomu açılır və hüceyrəni bu genomu oxumağa məcbur edir. Az bir müddətdə replikasiya olunan DNT və ya RNT yenidən özünə örtük sintez edərək yeni virusa çevrilir. Az bir müddətdə bir hüceyrədə milyonlarla yeni virus yaranır. Beləliklə daxil olduğu hüceyrənin bütün funksiyalarını pozur, onu məhv edir və bayıra çıxaraq ətrafda olan bütün hüceyrələri yoluxdurur.

Bakteriyaların infeksiya mənbəyi olması insanlara və elm adamlarına qədimlərdən məlum idi. İlk dəfə Alman alimi Mayer bütün mozaik virusunu 1886-cı ildə kəşf etmişdir. 1931-ci ildə elektron mikroskopunun kəşfindən sonra viruslara baxmaq mümkün oldu. Təkcə tənəffüs sindromu effektinə malik olan insan viruslarının 7 növü var. Bunlardan biri də indi bütün dünyanı sarsıdan SARS-CoV-2 və ya COVID-19 virusudur. Viruslara qarşı mübarizənin ən səmərəli yolu vaksinlərin yaradılmasıdır. Vaksin orqanizmin virusa qarşı mübarizə aparın antitellər yaratmasına kömək edir hansı ki, mövcud virusların əksəriyyəti üçün vaksinlər yaradılmışdır. Lakin tənəffüs sindromları yaradan qrip virusları, o cümlədən COVID-19 üçün vaksinlər yaradılmayıb. Vaksinlərdən başqa hal-hazırda immun sistemini gücləndirən müxtəlif preparatlar vasitəsilə virusların epidemiya səviyyəsində xəstəliklər yaratmasına nail olmaq mümkündür. Digər tərəfdən müxtəlif fiziki və kimyəvi amillərdən (UF şüaları, radiasiya, temperatur şoku, inhibitorlar və s.) istifadə edərək virusların sürətlə çoxalmasının qarşısını almaq mümkündür.

Nanotexnologiyanın tibbdə istifadəsi diaqnoz, dərman istifadəsi və müalicə üsullarında köklü bir dəyişiklik üçün böyük ümidlər verir. Bu ümidlərdən biri də virus xəstəliklərinin profilaktikasında nanohissəciklərin istifadəsidir. Nanotexnologiyanın əsas materialları - nanohissəciklər viruslara qarşı mübarizədə çox müxtəlif təsir effektinə və mexanizmə malikdir. Birincisi, onların ölçülərinin çox kiçik olması, səth sahəsinin həcminə nisbətinin böyük olması virusların qarşısını almaq üçün mühüm bir vasitə olduğu sübut edilmişdir. İkincisi, nanohissəciklərdə daxili antiviral xüsusiyyətlərə səbəb olan biomimetik xüsusiyyətlərin olduğu müşahidə edilmişdir. (Gagliardi M. et al.,2017). Üçüncüsü, dərmanları kapsula formasına salmaq, sabit

<sup>1</sup> *sevinc.memmedova.18@mail.ru*



quruluşlu modifikasiya (polietilenglikol kimi polimerlərlə) (PEG) olunmuş struktura gətirməklə onların stabillik müddətini artırmaq, dozalarının optimallaşdırılmasını təmin etmək, hədəfə çatdırılmasını yaxşılaşdırmaq imkanı verir. (Gabizon A, *et al.*,1994).

Hal-hazırda nanohissəciklərdən istifadə edərək müxtəlif preparatlar yaratmışlar. Məsələn, termohəssas hidrogel «нанотрапа» vasitəsilə infeksiya yaradan virusları, virus RNT və zülalları tutaraq onların çoxalmasının qarşısını almaq olur (Shafagati N, *et al.*,2014). Nanoliposomlardan istifadə edərək virusun hüceyrəyə yapışmasının qarşısını alan qlikansialilneolacto-N-tetroaza (LSTc) preparatını hədəfə daşımağı bacarmışlar (Hendricks GL, *et al.*,2013). Gümüş nanohissəciklərini oseltamivir preparatı ilə modifikasiya edərək H1N1 qrip virusunun aktivliyini xeyli dərəcədə aşağı salmışlar (Li *et al.*,2016). DNT fraqmentləri ilə funksionallaşdırılmış TiO<sub>2</sub> nanohissəcikləri hüceyrəyə daxil olaraq effektiv şəkildə qrip A virusunu inhibitorlaşdırmışdır (Levina AS, *et al.*,2016). ZnO nanohissəciklərinin antivirus aktivliyinə malik olduğunu H1N1 qrip virusu üzərində yoxlamışlar. Müəyyən edilmişdir ki, virusların aktivliyin 94,6% aşağı sala bilir (Ghaffari, H.,*et al.*,2019).

Beləliklə, nanohissəciklərdən istifadə edərək viruslara qarşı effektiv mübarizə aparmaqla onların epidemiya səviyyəsində yoluxmalar yaratmasına mane olmaq olar.

#### **Ədəbiyyat**

1. Gagliardi M. Biomimetic and bioinspired nanoparticles for targeted drug delivery. *Ther Deliv* 2017; 8: 289–299. doi: 10.4155/tde-2017-0013
2. Gabizon A, Catane R, Uziely B, *et al.* Prolonged circulation time and enhanced accumulation in malignant exudates of doxorubicin encapsulated in polyethylene-glycol coated liposomes. *Cancer Res* 1994; 54: 987–992.
3. Ghaffari, H., Tavakoli, A., Moradi, A., Tabarraei, A., Bokharaei-Salim, F., Zahmatkeshan, M., Monavari, S. H. (2019).
4. Hendricks GL, Weirich KL, Viswanathan K, *et al.* Sialylneolacto-N-tetraose C (LSTc)-bearing liposomal decoys capture influenza A virus. *J Biol Chem* 2013; 288: 8061–8073.
5. Li Y, Lin Z, Zhao M, *et al.* Silver nanoparticle based codelivery of oseltamivir to inhibit the activity of the H1N1 influenza virus through ROS-mediated signaling pathways. *ACS Appl Mater Interfaces* 2016; 8: 24385–24393.
6. Levina AS, Repkova MN, Mazurkova NA, *et al.* Nanoparticle-mediated nonviral DNA delivery for effective inhibition of influenza A viruses in cells. *IEEE Trans Nanotechnol* 2016; 15: 248–254.
7. Patanarut A, Luchini A, *et al.* The use of nanotrap particles for biodefense and emerging infectious disease diagnostics. *Pathog Dis* 2014; 71: 164–176.

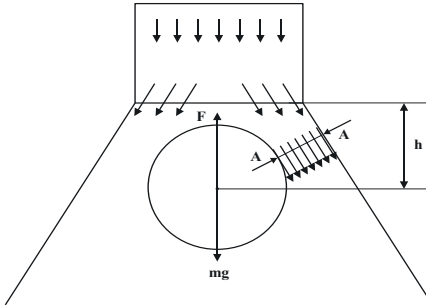
## YÜNGÜL KÜRƏCİYİN HAVA AXININDA DAYANIQLI QALMASI

L.K.Ağazadə<sup>1</sup>, C.H.Cabbarov  
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi

*Təqdim etdiyimiz bu məqalədə biz, hidrodinamika qanununun tətbiqi ilə izah oluna bilən bir nümayiş eksperimenti və orada gedən fiziki prosesləri araşdıracağıq. Bu məqsədlə bizə hava sırnağı yaradan məişət tozsovurunu, sonu konusvari silindrik boru və yüngül sferik cisim lazım olacaq.*

Orta məktəb fizika kursunda nümayiş eksperimenti dərslin üzvi bir hissəsidir. Nümayiş eksperimenti, dərstdə bilavasitə öyrənilən hadisənin xüsusiyyətlərini müşahidə etməyə, onların əsas xassələrini öyrənməyə kömək edir. Nümayiş eksperimentinin yeni fiziki hadisələri qavramağa köməyindən başqa, şagirdlərdə təcrübi bacarıqlar və politexnik vərdişlər formalaşdırır.

Nümayiş eksperimenti göstərmək üçün belə bir təcrübə aparaq. Hər hansı bir hava axını yarada bilən qurğuya diametri 2-3sm olan sonu konusabənzər silindrik boru bağlayaq. Bu məqsəd üçün tozsovuranın çıxışından istifadə etmək olar. Qurğunu işə salıb, silindrik borunu şaquli istiqamətdə tutaraq, hava axınının qarşısına yüngül sferik cisim, məsələn kiçik tennis topu qoyaq. İlk baxışda kürəcik dayanıqsız tarazlıqda olmalı və çox qısa zamanda yerə düşməlidir. Amma təcrübədə əksinə alınır, kürəcik hava axınının içində nəinki yerə düşmür, əksinə, dayanıqlı tarazlıq vəziyyətində qalır. Ən maraqlısı odur ki, hətta silindirin ağzını aşağı yönəltsek də, kürəcik yerə düşməyəcək. Bunu necə izah edə bilərik?



Şək.1.

Əvvəlcə, boru aşağı yönəlmiş hala baxaq (şəkil 1).

Borudan çıxan hava axını kürəyə toxunaraq, onun ətrafı ilə aşağı axır. Bu zaman hava axını A-A en kəsiyində ən kiçik en kəsiyindən keçəcək, çünki bu hissə, kürə və borunun səthi ilə sıxılır. Ən kiçik sahədən keçən hava axını, axının kəsilməzliyi teoreminə görə ( $S \times V = const$ ) A-A en kəsiyində ən böyük sürətə malik olacaq. Bernulli tənliyinə görə, sürtünmə olmadıqda axının sürəti çox olan yerdə təzyiq aşağı düşür.

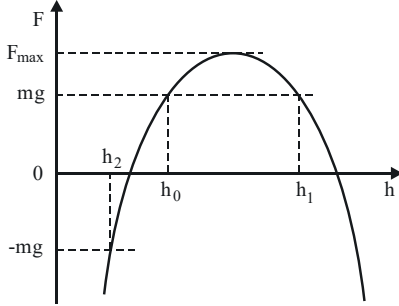
$$\frac{\rho v^2}{2} + P + \rho gh = const$$

Beləliklə, kürəciyin yanlarında təzyiqin çox aşağı düşməsi ona, kənarlarındakı atmosfer təzyiqinin nəticəsində, aşağıdan yuxarı istiqamətdə təsir edən qüvvənin yaranmasına

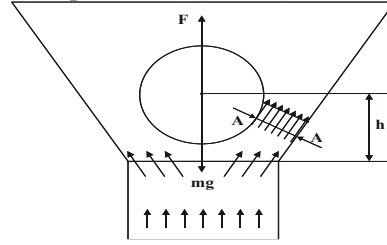
<sup>1</sup> lalazade1997@gmail.com

səbəb olacaq. Kürəciyə yuxardan aşağıya isə ağırlıq qüvvəsi və hava axınının təzyiqli qüvvəsi təsir edəcək. Şaquli istiqamətdə təsir edən aerodinamik qüvvələrin cəmi, müəyyən hava axını sürəti intervalında, kürəciyə təsir edən ağırlıq qüvvəsindən çox olacaq və kürəcik aşağı düşməyərək, havada tarazlıq vəziyyətində qalacaq.

İndi isə, tarazlığın dayanıqlı tarazlıq olduğunu göstərək. Biz kürəciyin şaquli istiqamətdəki vəziyyətini göstərən “h” parametri qəbul edək (şəkil 1).



Şəkil 2



Şəkil 3

Kürəciyə təsir edən aerodinamik qüvvənin h-dan asılılığı, təqribən şəkil 2-də göstərilən formadadır. Şəkildən görünür ki, aerodinamik qüvvənin müəyyən maksimum qiyməti var və bizim təcrübəmizdə, kürəciyin ağırlıq qüvvəsindən böyükdür.  $h=h_0$  vəziyyətində aerodinamik təzyiqli qüvvəsi  $F=mg$  olacaq və kürəcik tarazlıqda olacaq. Fərz edək ki, hər hansı bir səbəbdən kürəcik, şaquli yuxarı hərəkət etdi, yəni  $h < h_0$ . Bu zaman hava axınının təzyiqli qüvvəsi daha çox artacaq və yekun aerodinamik qüvvə azalacaq:  $F < mg$ , və kürəcik aşağı düşəcək.  $h > h_0$  olan hada isə,  $F > mg$  olacaq, şaquli yuxarı təsir edən qüvvə kürəciyi öz yerinə qaytaracaq. Beləliklə, sistem,  $h=h_0$  vəziyyətində dayanıqlı tarazlıq vəziyyətində olacaq. Qrafikdən görünür ki, h-in çox kiçik və çox böyük qiymətlərində aerodinamik təzyiqli mənfidir, yəni təsir qüvvəsi şaquli aşağı yönəlidir. Qrafikdən görünür ki, kürəciyin 2 tarazlıq vəziyyəti var:  $h_0$  və  $h_1$ . Göstərmək olar ki,  $h=h_1$  vəziyyətindəki tarazlıq, dayanıqsız tarazlıqdır. Bu, borunun konstruksiyası ilə bağlıdır. Qrafikdən həmçinin aerodinamik qüvvənin maksimum qiymətinin də olduğu ( $F_{max}$ ) görsənir. Nisbətən böyük kütləsi olan kürəcik götürsək, kürəcik bir aşağı düşərək, daha böyük “h” vəziyyətində tarazlıqda qalacaq. Əgər daha böyük kütləsi olan kürəcik götürsək, yəni  $mg > F_{max}$  olarsa, kürəcik artıq axının qarşısında dayanmayacaq, aşağı düşəcək.

Əgər borunun enli ağzını yuxarı yönəltsək, aerodinamik qüvvənin istiqaməti artıq hava axınının istiqaməti ilə üst-üstə düşəcək və kürəcik yenə də dayanıqlı tarazlıq vəziyyətində, h-in əvvəlki təcrübədən daha kiçik qiymətində qalacaq. Qeyd etmək lazımdır ki, borunun bu vəziyyətində adi silindrik boru olanda da, yəni konusvari ucluq olmasa da, kürəciyin dayanıqlı tarazlıqda olmasını müşahidə etmək olar.

### Ədəbiyyat

1. N.F. Qocayev, Ümumi Fizika Kursu, II Cild, “Molekulyar fizika”, BAKI, 2008, s. 412

## TERMODİNAMİKANIN FİZİKİ ƏSASLARININ YARANMASI

**S.F.Hüseynova, F.Ə.Məmmədov**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti*

*Fizika və Elektroenergetika fakültəsi, II kurs (magistr)*

XVIII əsrdə əgər fizikada təcrübə üstünlük təşkil edirdisə, XIX əsrin əvvəllərində artıq fiziki hadisələrin nəzəriyyəsi elmdə çətinliklə də olsa özünə yol açmağa başladı. Bu dövrdə nəzəri cəhətcə təhlil edilməyən yalnız istilik hadisələri idi. Fizikanın bu sahəsində təcrübə faktların toplanması, istilik xarakteristikalarının – istidəngenişlənmə əmsalını, istilikkeçirməni, xüsusi istilik tutumunu təyin edən metodların yaradılması sahəsində tədqiqat xarakterli işlər yaranmışdır. Bu ölçmələr sürətlə inkişaf edən istilik texnikası üçün də çox dəyərli olmuşdur.

Həmin dövrdə yerinə yetirilmiş iki nəzəri tədqiqat işi xüsusilə qiymətlidir. Bunlardan biri, fransız riyaziyyatçısı Jan Batist Jozef Furiyən (1768 – 1830) riyazi fizikanın inkişafına güclü təkan vermiş “İstiliyin analitik nəzəriyyəsi” əsərində istilikkeçirmənin riyazi nəzəriyyəsinin yaranması olmuşdur. Furiyən bu əsərində istilikkeçirmənin differensial ifadəsini çıxarmış və bir neçə xüsusi hal üçün verilmiş sərhəd şərtləri daxilində onun inteqrallanması metodunu işləmişdir. Furiyən öz riyazi nəzəriyyəsində funksiyaları triqonometrik sıraya (furiyən sırasına) ayırmışdır. Onun bu nailiyyətləri fizikada nəzəriyyənin inkişaf tapması üçün önəmli olmuşdur.

Furiyenin istilik nəzəriyyəsinin tərəfdarlarından biri görkəmli alim Sadi Nikola Leonard Karno (1796 – 1832) olmuşdur. Sadi Karnonun 1824-cü ildə çapdan çıxmış şah əsəri sayılan “Odun qüvvəsi haqqında fikirlər” əsəridir.

Çox cavan yaşlarında taun xəstəliyindən vəfat edən Karnonun termodinamikanın inkişafında böyük xidmətləri olmuşdur. O, hal-hazırda onun adını daşıyan Karno tsiklini - ideal dairəvi prosesi öyrənmiş, görülən işin miqdarının istilik maşınından işçi maddənin təbiətindən deyil, qızdırıcı ilə soyuducu arasındakı temperatur fərqi ilə asılı olduğunu ifadə edən teoremi vermişdir. Karnonun qəfil ölümündən sonra onun qardaşı tərəfindən çap etdirilən gündəliyindən məlum olur ki, Karno istiliyin mexaniki ekvivalentini təxmini müəyyən etmiş və ümumi şəkildə enerjinin saxlanma qanununu belə ifadə etmişdir: “istilik heç nə olmayıb hərəkət edən qüvvədir, daha düzgün, öz şəklini dəyişmiş hərəkətdir – hissəciklərin hərəkətidir; harada ki, hərəkət edən qüvvə məhv edilir, orada həmin an həmin hərəkət edən qüvvəyə bərabər miqdarda istilik yaranır. Tərsinə: həmişə istilik itdikdə hərəkət edən qüvvə meydana çıxır”. Beləliklə, əgər Karnonun söylədiklərində “hərəkət edən qüvvə”kəlməsi “enerji” termini ilə əvəz edilsəydi, enerjinin saxlanma qanunu üçün tamamlanmış fikir alınmış olardı.

Karno tərəfindən öyrənilən dairəvi proses bütün fizika kitablarında 1834-cü ildə Klapeyron tərəfindən çıxarılmış ideal qaz üçün hesablamalarla və uyğun diaqramla verilir.

Benua Pol Emil Klapeyron (1799 – 1864) Karnonun işlərini tədqiq edərək ilk dəfə termodinamikada qrafik üsuldən istifadə etmişdir. O, həmçinin qaynama və ərime temperatur nöqtələrinin təzyiqdən asılılığını (Klapeyron-Klauzius tənliyi) və ideal qazın hal tənliyini (Mendleyev-Klapeyron tənliyi) vermişdir.

İstilik hadisələrinin öyrənilməsində əldə edilən nailiyyətlər enerjinin saxlanması və çevrilməsi qanunlarının kəşfi üçün zəmin yaratmaqla yanaşı, istilik hadisələrinin nəzəri öyrənilməsi üçün də geniş imkanlar açmış oldu. Bu sahədə Klauzius və Tomsonun elmi tədqiqatları xüsusilə dəyərlidir. Alman fiziki Rudolf Klauzius (1822 –

1888) termodinamikanın inkişafında xüsusi əməyi olmuş banilərdən biridir. R.Klauzius 1857-ci ildə Sürix universitetinin professoru, 1865-ci ildə Paris EA-nın, 1868-ci ildə London Kral Cəmiyyətinin əcnəbi üzvü, 1869-cu ildə isə Bonn universitetinin professoru olmuşdur.

Klauzius termodinamikanın ikinci qanununun tərifini vermiş, “entropiya” və “molekulların sərbəst yolunun uzunluğu” anlayışlarını fizikaya daxil etməklə yanaşı, həm də molekulun sərbəst yolunun uzunluğunu hesablamışdır. O, daxili sürtünmə, istilikkeçirmə və diffuziya hadisələrini izah etmiş, ərimə temperaturunun təzyiqdən asılılığını ifadə edən tənliyi - Klapeyron-Klauzius tənliyini almışdır. Bundan başqa, Klauzius elektroliz nəzəriyyəsinə dair mühüm işlər də görmüş, Coul-Lents qanununu nəzəri cəhətdən əsaslandırmış və dielektriklərin polyarlaşma nəzəriyyəsinə inkişaf etdirmişdir.

İngilis fiziki Uilyam Tomson (1824 – 1907) termodinamikanın və qazların kinetik nəzəriyyəsinin yaradıcı banilərindən biridir. O, 1851-ci ildə London Kral Cəmiyyətinin üzvü, 1890-95-ci illərdə isə Cəmiyyətin prezidenti olmuşdur. Onun apardığı elmi tədqiqat işləri, əsasən, istilik nəzəriyyəsinin problemlərinə həsr olunmuşdur. Tomson mütləq temperatur şkalasını təklif etmiş, termodinamikanın ikinci qanununun ifadəsini vermiş, “enerjinin səpilməsi” anlayışını fizika elminə gətirmişdir.

Bundan başqa Tomson Kainatın “istilik ölümü” hipotezini söyləmiş, Coulla birlikdə qazların adiabatik genişlənmədə soyuduğunu (Coul-Tomson effektini) kəşf etmiş, elektromaqnit rəqsləri nəzəriyyəsinə işləyib hazırlamış və konturun rəqs periodunun onun tutumundan və induktivliyindən asılılığını göstərən düsturu – Tomson düsturunu çıxarmışdır. Onun molekulun ölçülərinə dair apardığı hesablamalar atomistik təsəvvürlərin formalaşmasında mühüm yer tutur. O, doymuş buxarın elastikliyinə maye səthinin formasından asılılığını müəyyən etmiş, ideal mayədə dövretmənin saxlanması teoremini vermiş, hidrodinamika, astrofizika və geofizika məsələləri ilə məşğul olaraq, bir çox cihazlar – sifon qeydedici, kvadrantlı və mütləq elektrometrlər ixtira etmişdir.

İstiliyin mexaniki nəzəriyyəsinin və atomistikanın inkişafında bir çox görkəmli fiziklərlə yanaşı kimyaçıların da əməyini xüsusilə qeyd etmək lazımdır. Bunlardan həm kimya və fizikaya aid bir sıra ixtiralar etmiş Dalton, Gey-Lüssak, Avoqadro, Maksvell, Van-der-Vaals kimi klassiklərin adlarını çəkmək lazımdır.

İngilis fiziki və kimyaçısı Con Dalton (1766 – 1844) qaz qarışıqlarının xassələrini tədqiq edərkən 1801-ci ildə qazların parsial təzyiqinə aid qanunu, 1803-cü ildə isə qazın mayədə həllolma əmsalının öz parsial təzyiqindən asılılıq qanununu (bu fizikada Dalton qanunu adlanır) kəşf etmiş, mayenin buxarlanma qabiliyyətinin təzyiq, temperatur və s. amillərdən asılılığını öyrənmişdir.

İngilis fiziki, klassik elektrodinamikanın banisi statistik fizikanın banilərindən biri olan Ceyms Klerk Maksvellin (1831 – 1879) ilk elmi işləri elastik cisimlərin tarazlıq nəzəriyyəsinə, fiziologiyaya, rəngli görməyə və kolorimetriyaya aid olmuşdur. Onun tədqiqatları, əsasən, qazların kinetik nəzəriyyəsi, elastiklik nəzəriyyəsi, optika və elektromaqnetizm sahələrini əhatə edir. Fizika elminin inkişafında nailiyyətlərinə görə, Maksvell 1860-cı ildə London Kral Cəmiyyətinin üzvü seçilmiş, Kavendiş adına laboratoriyanı yaratmış və onun ilk direktoru olmuşdur (1871). O, ideal qaz molekullarının sürətə görə paylanmasını - müasir fizikada Maksvell paylanması adlanan qanunu vermiş, qazların özlülüyünün molekulların sürətindən və sərbəst yolun orta uzunluğundan asılılığını hesablamış, quru havanın özlülük əmsalını təcrübədə ölçmüş və termodinamikaya aid mühüm nəticələr almışdır.

Mayelərdə səthi gərilmə nəzəriyyəsini tədqiq edən Van-der-Vaals, 1894-cü ildə kapilyarlıq hadisəsinin termodinamik nəzəriyyəsini təkmilləşdirmişdir. Avstriya fiziki **Lüdvig** Bolsmanın (1844 – 1906) elmi fikirləri fizikanın bütün sahələrini əhatə edir. O, riyaziyyat, mexanika, hidrodinamika, elastiklik nəzəriyyəsi, elektromaqnit sahə nəzəriyyəsi, optika, termodinamika və qazların kinetik nəzəriyyəsinə dair işlərin müəllifidir. Bunlar içərisində qazların kinetik nəzəriyyəsinə və termodinamikanın statistik əsaslandırılmasına dair elmi işləri daha önəmlidir. Bolsman qazların kinetik nəzəriyyəsinin əsasını qoymuş, termodinamikanın ikinci qanununun statistik xarakter daşdığını göstərmişdir. Universal fiziki sabit onun şərəfinə Bolsman sabiti adlandırılmışdır.

#### **Ədəbiyyat**

1. Qaralov Z.İ. Fizika qanunlarının tədrisi. Bakı: Elm, 1997, 246 s.
2. Кикоин А.В. Молекулярная физика. М.: Наука, 1970, 148 с.

## **MƏSƏLƏ HƏLLİNİN ƏHƏMİYYƏTİ VƏ ONUN TƏDRİS PROSESİNDƏ YERİ**

**M.S.Cəfərova, S.C.Məmmədov**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti*

*Fizika və elektroenergetika fakültəsi, II kurs (magistr)*

Məktəblərimizdə məsələ həlli pedaqoji ensiklopediyada qeyd edildiyi kimi “bu və ya digər fənnə aid elmi biliklər sistemi” əldə etməyə xidmət edir. Fizikadan məsələ həlli bir metod kimi böyük imkanlara malikdir, o, fizikadan sistematik və möhkəm bilik əldə etmək üçün aşağıdakı funksiyaları icra edir:

1. anlayışlar sisteminin formalaşmasına güclü təsir göstərir, xüsusilə bu anlayışlar toplusundan fiziki qanunlarına daxil olan kəmiyyətlər arasında funksional əlaqələrin öyrənilməsinə şərait yaradır;

2. şagirdlər fiziki hadisələrin mahiyyəti və onların tədqiqi metodları ilə tanış olur; öyrənilən qanunauyğunluq konkretləşməsi və dəqiqləşməsi üçün tətbiq edilir;

3. şagirdlərə əldə etdikləri bilikləri praktikaya tətbiq etməyə imkan verir, bununla da onların idrakı və praktik fəaliyyətinin üzvü əlaqəsini yaradır, tədris materialının dərinədən öyrənilməsini və möhkəmləndirilməsini təşkil edir;

4. şagirdlərdə məntiqi fikir, müstəqil yaradıcı fəaliyyət, axtarıcılıq problemi həll etmək kimi mühüm keyfiyyətləri inkişaf etdirir;

5. şagirdlərdə qabaqcadan duyma, diaqnostika, ümumi əqli inkişaf, xüsusi qabiliyyətin əmələ gəlməsi, özünü tərbiyə, çətinliyə dözmə və onu dəf etmə və s. kimi keyfiyyətləri tərbiyə edir;

6. şagirdlərin müstəqil işini təşkil edir, onlarda müstəqillik kimi keyfiyyətləri aşılayır;

7. şagirdlərin məntiqi təfəkkürünün inkişafına güclü təsir göstərir. Məlum olduğu kimi məsələ həlli həmişə fikri axtarış tələb edir, bu fikri axtarışla şagirdlər verilənlərə axtarılanlar arasında kəmiyyət və keyfiyyət əlaqələrini müəyyənləşdirir, bu isə öz növbəsində analitik və sintetik yolla inkişaf edir;

8. şagirdlərdə yeni progressiv ideyaların və görüşlərin yaranmasına kömək edir, onları vətən alimlərinin kəşfləri və ixtiraları ilə tanış edir, onların diqqətini elm və texnikanın inkişafına yönəldir;

9. məsələlər küllü miqdar informasiya daşıdığından şagirdlərin fizikadan aldıkları biliklər dərinləşir və genişlənilir;

10. şagirdlərin fizika fənninə marağını artırır, onlardan problem situasiya yaradılmasında istifadə edilir;

11. məsələ həlli zamanı şagirdlər fizika qanunlarının işlədiyi istehsal sahələri, məişət və mədəniyyət məsələləri ilə tanış olurlar, peşə orientasiya məsələlərinə güclü təsir edir;

12. tədris materialının təkrarlanması və sistemləşməsi üçün effektiv vasitə hesab olunur, xüsusilə kombinə edilmiş məsələlərlə bir neçə bölmənin təkrarını təşkil etmək mümkün olur.

13. şagirdlərin tərbiyəsinə güclü təsir göstərir, onların dünyanı dərk etməsinə kömək edir; onlarda əməksevərlik, inadkarlıq, ümumiyyətlə şəxsiyyətin inkişafı üçün zəruri olan keyfiyyətləri tərbiyə edir;

14. məsələ həlli vasitəsi ilə şagirdlərin bilik, bacarıq və vərdislərinə nəzarət üçün əlverişli şərait yaranır, şagirdlərdə özünüyoxlama kimi mühüm keyfiyyət tərbiyə olunur;

15. şagirdlərdə özlərinin məsələ qurmaq, problemi qoymaq və onların həlli üçün əlverişli yollar axtarmaq bacarığı yaranır;

16. məsələlər müxtəlif məzmun daşdığı üçün onlar şagirdləri klassik və müasir fizikanın metodları ilə tanış edir, nəzəriyyənin praktika ilə əlaqəsini yaradır, müxtəlif tip nəzəri hesablamalar və onların praktika ilə uzlaşması kimi mühüm məsələlər ilə şagirdlər tanış olur və nəticədə onların təfəkkür sisteminin inkişafına güclü təsir göstərir.

Məsələ həlli hər bir dərsin ayrılmaz hissəsidir: yeni dərsin izahı, möhkəmləndirilməsi, biliyin yoxlanması və s. tədris situasiyaları məsələ həlli ilə müşayət olunur. Ev tapşırıqları demək olar ki, həmişə məsələ həlli ilə əlaqədardır. Fakültativ məşğələlərin, müsabiqələrin, olimpiadaların əsas özəyini məsələ həlli təşkil edir. Sınıfənkənar məşğələlərdə, dərək məşğələlərində, ekskursiyalarda məsələ həlli mühüm rol oynayır.

### **Ədəbiyyat**

1. Bağirov M.Ə. Fizikadan məsələ həllinə metodik göstəriş. Bakı. Elm, 1989, 176 s.
2. Балаш В.А. Задачи по физике и методы их решение. М.: Просвещение, 1992, 216 с.



## FƏNLƏRARASI ƏLAQƏNİN NÖVLƏRİ

**G.M.Qədiyeva<sup>1</sup>, S.S.Lətifova**

**Sumqayıt Dövlət Universiteti**

***Fizika və Elektroenergetika fakültəsi, II kurs (magistr)***

Bir çox elmi-pedaqoji ədəbiyyatlarda fənlərarası əlaqə müxtəlif fənlərin tədris proqramlarının didaktik məqsədlə qarşılıqlı razılaşdırılması kimi şərh olunur. Bu mənada fənlərarası əlaqə anlayışı məktəb proqramları tərtib edilərkən hər bir tədris fənnindəki ardıcılığını müəyyən etmək məqsədini güdür [1]. Lakin təcrübə göstərir ki, fənlərarası əlaqənin funksiyası heç də yalnız bununla bitmir. Bu əlaqə şagirdlərin məntiqi mühakiməsinin inkişafında bir-birinə yaxın elmlərin öyrəndikləri anlayışların dərinləşdirilməsində, eyni materialın müxtəlif fənlərdə təkrarına yol verməməklə qarşılıqlı əlaqədə olan hadisələrin öyrənilməsinə kompleks yanaşmaqda və s. məsələlərdə böyük rol oynayır. Odur ki, didaktikanın əsas prinsiplərindən biri kimi qiymətləndirilən fənlərarası əlaqənin mümkün olan bütün funksiyalarının aşkarlandırılması böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Tədris prosesində ən çox nəzərə çarpan fənlərarası əlaqə növləri aşağıdakılardır [2]:

1. quruluş əlaqəsi;
2. birtərəfli əlaqə;
3. tamamlayıcı əlaqə;
4. koordinasiya əlaqəsi;
5. inteqrasiya əlaqəsi.

Bu əlaqə növlərini ayrı-ayrılıqda nəzərdən keçirək:

1. Quruluş əlaqəsi. Bu əlaqə verilmiş fənnin ayrı-ayrı mövzularının müəyyən qayda ilə düzülməsini səciyyələndirir. Onun quruluş və ifadə olunma məntiqini pozmur. Alınan biliklərdən əlaqəli fənlərin yeni mövzularının istifadə edilməsi üçün şərait yaradır.

2. Birtərəfli əlaqə. Bu əlaqə mövzuların mənimsənilmə dərinliyini artırmaq və şagirdlərin biliyini möhkəmləndirmək məqsədilə digər fənlər üzrə biliklərdən istifadə etməklə həyata keçirilir. Məsələn, fizika dərslərində işığın kimyəvi təsirdən danışılarkən şagirdlərə botanika kursundan onlara məlum olan «fotosintez» haqqındakı biliklər xatırladılır. Bu əlaqə birtərəflidir və demək olar ki, ümumiyyətlə fənlərarası əlaqənin əsas hissəsini təşkil edir.

3. Tamamlayıcı əlaqə. Bu əlaqə yaxın fənlərdən birinin əsas mövzusu digər fəndə səthi öyrənildikdən sonra yenidən öyrədilərkən həyata keçirilir. Tamamlayıcı əlaqənin əsas vəzifəsi yaxın fənlərin kifayət dərəcədə tam öyrənilməyən mövzuları üzrə bilikləri tamamlamaqdır.

4. Koordinasiya əlaqəsi. Bu əlaqə müxtəlif fənlər üzrə tədris materialının seçilməsində həyata keçirilir. Yaxın fənləri tədris edən müəllimlər öz dərslərində eyni bir hadisəni öyrətdikdə eyni misal və nümayişlərdən istifadə edirlər. Beləliklə şagird indi gətirilən misalı əvvəllər eşidibsə o, bir daha başqa mövzunun tədrisində təkrar olunduqda onu heç maraqlandırmayacaqdır. Lakin öyrənilən hadisə başqa fənlərdə müxtəlif nöqtəyi-nəzərdən təkrarlanarsa eyni bir hadisə haqqında onların bilikləri möhkəmlənəcək və inkişaf edəcəkdir.

<sup>1</sup> qediyeva95@mail.ru

Beləliklə, koordinasiya əlaqəsini həyata keçirmək üçün tədris materialı seçilərkən öyrənilən məsələnin izahı üçün şagirdlərə məlum olmayan misallar, nümayiş və frontal laboratoriya təcrübələri müəyyənləşdirilməlidir. Bu cür əlaqə təkrarın qarşısını alır, öyrənilən hadisənin yeni yanaşma ilə əsaslandırılması yolu ilə şagirdlərin bilik əhatəsi genişləndirilir.

5. İnteqrasiya əlaqəsi. Bu əlaqə proqramın ayrı-ayrı məsələlərinə kompleks şəkildə baxmaqla həyata keçirilir:

a) proqramın, bir neçə təbiət fənninin köməyi ilə öyrədilən mövzularına həsr olunmuş şagird konfransları, ekskursiyaları və gecələri keçirməklə;

b) təkrar zamanı yaxın fənlər üzrə biliklərdən istifadə etməklə;

v) anlayış və tərifləri yaxın fənlərdə anlayış və təriflərlə müqayisə etməli, öyrətmə prosesini bu üsula uyğunlaşdırmalı;

q) müxtəlif fənlər üzrə biliklərdən istifadə edən məsələlər həll etməklə;

ğ) yaxın fənn kabinetlərindəki əyani vasitələrdən istifadə etməklə;

d) müəyyən bir fənnə aid mövzuları öyrədərkən onları gündəlik həyatla, istehsalatla, sənaye və kənd təsərrüfatının müxtəlif obyektləri ilə əlaqələndirmək, öyrədilən təbiət hadisəsinin ayrıca verilmiş fənnə görə yox, bütün yaxın fənlərə aid olan cəhətlərinin də şagirdlərə açıb göstərməklə.

Buraxılış siniflərində fənlərarası şagird konfransları, fizika və təbiət, fizika və energetika, fizika və kainat və s. mövzularda keçirilən gecələr, disput və olimpiadalar; şəhər parkları və nəbatat bağları, su təmizləyici məntəqələrə, düzənlik və meşələrə və s. fizika və biologiya müəllimlərinin birlikdə təşkil etdikləri ekskursiyalar və s. sinifdən və məktəbdənxaric tədbirlər bu cür əlaqə növünü həyata keçirməyə şərait yaradır. Bunun nəticəsində vaxta xeyli qənaət edilmiş olur, şagirdlər aldıkları nəzəri biliklər əsasında təbiət və istehsalat hadisələrinin səbəbini anlamaq imkanı əldə etmiş olurlar.

Ən əhəmiyyətli cəhət odur ki, bu əlaqə növü fənləri bir-birinə daha da yaxınlaşdırır. Yaxın fənlərdə öyrədilən eyni bir obyekt və ya hadisə haqqında şagirdlərdə düzgün və tamamlanmış təsəvvür yaranır, ziddiyyətə və dəqiqsizliyə yol vermir.

### **Ədəbiyyat**

1. Paşayev P.A. Orta məktəbdə fizikanın tədrisi məsələləri. Bakı: Maarif, 1987, 164 s.
2. Paşayev P.A. Təbiət elmlərinin əlaqəli öyrənilməsi. Bakı: Maarif, 1977, 148 s.

## ELEKTRİK SAHƏSİ MÖVZUSUNUN ƏSAS QANUN VƏ ANLAYIŞLARININ ELMİ-METODİK ANALİZİ

G.M.Qulamova<sup>1</sup>, S.R.Sadiqova

*Sumqayıt Dövlət Universiteti*

*Fizika və elektroenergetika fakültəsi, II kurs (magistr)*

Elektrik sahəsi mövzusunun tədris olunma məsələləri və bunun bütün bölmə üçün mənası çox halda onunla müəyyən olunur ki, şagirdlər ilk dəfə bu mövzuda, materiyanın digər növü olan – sahəni dərinlən öyrənməyə başlayırlar. Elektrostatik sahənin öyrənilməsi, elektromaqnit sahəsinin öyrənilməsi yolunda birinci pillə rolunu oynayır. Daha sonra bu yolda maqnit sahəsi və burulğanlı elektrik sahəsi nəzərdən keçiriləcək.

Elektrik sahəsi – bu sahələr arasında ən sadə obyektədir və onun nümunəsində qüvvə sahəsinin ən vacib xarakteristikalarını mənimsəmək daha asandır. Bu mövzuda sahə haqqında olan biliklərin əsasları qoyulur ki, bunlar da sonra daha da artırılacaq, inkişaf etdiriləcək. Verilən mövzunun qanunauyğunluqları və anlayışları üzərində, elektrodinamikanın digər məsələ və suallarının tədrisinin qurulması vacibliyi heç də əhəmiyyət kəsb etmir.

Mövzunun məzmununun əsaslandırılmasını biz, bu oblastda olan biliklərin məzmunlarının analizinə söykənərək, yuxarıda qeyd etdiyimiz məsələlərdən çıxış edərək öyrənəcəyik. Ən sadə hal üçün, əgər yüklər sükunətdə və ya bərabər hərəkət edirlərsə, Maksvel tənlikləri bir-birindən asılı olmayan iki tənliyə bölünür. Bunlardan birincisi elektrostatik sahəyə aiddir:

$$\oint_L \vec{E} d\vec{\ell} = 0 \quad (2.1)$$

ikinci isə stasionar maqnit sahəsinə aiddir:

$$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = \int_V \rho dV \quad (2.2)$$

$\rho$  - yükün həcmi sıxlığı. Burada  $\vec{E}$  və  $\vec{D}$  - elektrik sahəsinin gərginliyi və induk-siyasıdır. Elektrostatik sahə üçün Lorens qüvvəsinin düsturu bu şəkli alar:

$$\vec{F} = q\vec{E} \quad (2.3)$$

(2.1) və (2.2) tənliklərinin sadəliyi Maksvellin uyğun (2.4) (2.5)

$$\oint_L \vec{E} d\vec{\ell} = 0 \quad (2.4)$$

$$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = q / \epsilon_0 \quad (2.5)$$

tənlikləri ilə müqayisədə ondan ibarətdir ki, onlara yalnız elektrik sahəsinə aid kəmiyyətlər daxildir. Buradan alınır ki, verilmiş halda elektrik sahəsi, elektrostatik sahədən ibarət olarsa, onda maqnit sahəsi ilə əlaqəli deyil. Bu isə elektrostatik sahənin öyrənilməsinə kifayət qədər asanlaşdırır. Elektrik sahəsinin öyrənilməsinə, maddənin molekulyar yük sahələrinin təsirini nəzərə almadan yəni, vakuumda baxılırsa, daha da sadələşmiş olar.

(2.1) və (2.2) – tənlikləri vakuum üçün bu şəkildə yazılır:

$$\oint_L \vec{E} d\vec{\ell} = 0 \quad (2.6)$$

<sup>1</sup> [gulerhesenova1995@gmail.com](mailto:gulerhesenova1995@gmail.com)

$$\oint_S \vec{D} d\vec{S} = q / \epsilon_0 \quad (2.7)$$

Bu halda sahənin verilmiş induksiya anlayışının gərginlik ilə bir yerdə baxılması vacib deyil. Bütün bunlar onu göstərir ki, vakuumda elektrostatik sahə - elektromaqnit sahəsinin daha sadə halıdır, hansı ki, elektromaqnit hadisələrinin öyrənilməsinə onunla başlamaq daha məqsədəuyğun olardı. Belə təyin olunma aydındır ki, hərtərəfli olaraq məktəb fizika kursunda ardıcıl surətdə öyrənilə bilər.

#### **Ədəbiyyat**

1. İmanov S.Ş. Orta məktəbdə fizika tədrisi metodikası. Bakı, 2004, 488 s.
2. Qocayev E.M. Ümumi fizika kursu, II hissə, dərslik, Bakı: SABAH, 2008, 366 s.

## **FİZİKİ NƏZƏRİYYƏNİN TƏDRİSİNİN ÜMUMİ MƏSƏLƏLƏRİ**

**X.Ə.Səlimli<sup>1</sup>, S.R.Sadiqova**

***Sumqayıt Dövlət Universiteti***

***Fizika və Elektroenergetika fakültəsi, II kurs (magistr)***

Məktəbin fizika kursunda nəzəriyyənin tədrisi metodikasının düzgün və optimal istiqamətinin təyini bir neçə amilin qarşılıqlı təsiri ilə müəyyən olunur. Bu amillərə ilk növbədə nəzəriyyənin elmdə tarixən və məntiqi necə formalaşması, həmin tarixilik və məntiqiliyin «yerə endirilməsi» üçün onun pedaqoji psixologiyasının, yaş psixologiyasının və orta məktəb didaktikasının prinsipləri, fizika kursu qarşısına qoyulmuş vəzifələr prizmasından necə «sındırılması» daxildir. Bunların düzgün qarşılıqlı münasibətində nəzəriyyənin təhsil, tərbiyə və inkişafetdirici funksiyaları ərinti halında reallaşa bilər. Bu prosesin tam və sistemli halda reallaşması üçün aparılmış tədqiqatın nəticələri kifayət qədər zəmin yaratmışdır. Müasir məktəbin fizika kursunda nəzəriyyələrin müəyyən yer tutmalarına baxmayaraq, dərslərdə dağınıq halda verildiklərindən, müəllim və şagirdlərdə dəqiq təsəvvürlər yaratmır [2]. Bu da nəzəriyyəyə aid tədris materiallarının mərhələlər üzrə öyrədilməsi, hər mərhələdə nəyi, necə və hansı metodlarla öyrətməyi, həmin mərhələlər arasında üzvi əlaqə yaratmaqda, sistemləşdirmə və ümumiləşdirmə aparmaqda arzuolunmaz metodik çətinliklər yaradır. Qeyd olunan bu mühüm nöqsanı aradan qaldırmaq üçün tədris metodikası necə qurulmalıdır? Cavabı nəzəriyyələrin təsnifatlaşdırılmasında, bu təsnifatlaşdırılma nəticəsində nəzəriyyənin aşkara çıxarılmış xüsusiyyətlərində, həm də onun formalaşması xüsusiyyətlərində və nəzəriyyəyə məxsus anlayışların formalaşması xüsusiyyətlərində axtarmaq lazımdır. Məktəbin fizika kursunun məzmununu təşkil edən fundamental nəzəriyyələr fiziki hadisələrin və proseslərin mexanizmasının açılmasına, onların sistemləşdirilməsinə, ümumiləşdirilməsinə, elmi qabaqgörənliyi və s. funksiyalarına görə fenomenoloji və qeyri-fenomoloji nəzəriyyələr kimi təsnifatlaşdırıla bilər. Yalnız bu halda müqayisə nəticəsində fiziki nəzəriyyələrin nəinki daxili quruluşlarını, həm də bu daxili məntiqi quruluşların bir-birindən fərqi də mənimsəmək asan olacaqdır, çünki «müqayisə-ıdrakın anasıdır» (Aristotel). Şagirdlərin bioloji yaş xüsusiyyətləri və idraki imkanları ikili və üçlü təsnifatlaşdırma əsasında metodika hazırlamağa imkan yaratmır. Fiziki nəzəriyyələr elmi biliyin ali forması olduğundan şagirdə bir dəfəyə, hazır şəkildə verilə bilməz. Onu ancaq mərhələlərlə şagirdlərin şüurunda formalaşdırmaq mümkündür. Bu, mürəkkəb, çoxcəhətli və müxtəlif səviyyəli prosesdir. Həmin proses elmi idrakın qanunlarına uyğun olaraq biliksizlikdən biliyə doğru, həm də canlı seyrdən, müşahidədən mücərrəd təfəkkürə, daha sonra isə praktikaya doğru irəliləyən məntiqi sxem üzrə baş verir. Təhsilin müasir şəraitində bu qarşılıqlı keçidlər kifayət qədər mürəkkəbləşmişdir. Çünki nəzəriyyənin strukturuna daxil olan bəzi anlayışlar (buna ən yaxşı nümunə kütlə, temperatur və s.) idrak tsikilini tam əks etdirmir. Müəyyən anlayışlar, hətta bəziləri empirik də olsa, hissi verilənlər əsasında yaransa da, onları müəllimin sözləri və əyanilik əvəz edir. Müasir dövrümüzün böyük fiziki və pedaqoqu C.Orir yazır ki: «Mənim müəllimlik təcrübəm şəhadət verir ki, şagirdlərin və tələblərin müasir fizikanın bir çox məsələlərini Nyutonun üçüncü qanunu arxasında gizlənmənlərdən asanlıqla mənimsədiklərini söyləyim». [1] Təfəkkür, təlimi idrakın bütün

<sup>1</sup> *xanlarovaxeyale19@gmail.com*

mərhələlərinə daxil olur. Praktikanın özü də idrak tsiklini tamamlayır, o da bu tsiklin bütün mərhələlərinə daxil olur. Bu prosesdə idrak hadisələrədən mahiyyətə doğru irəliləyən sxemdə gedir. Təlimin həmin mərhələlərində bilik və bacarıqların vəhdəti prinsipi reallaşır. Bu baxımdan fiziki nəzəriyyə haqqında biliklərin formalaşmasında fizikanın dialektikasına, onun fiziki xüsusiyyətlərinə istiqamətlənmək ciddi fayda verir. Çünki elmi fiziki idrak və onun metodları məktəb kursunda əksini tapır. Fiziki nəzəriyyə haqqında biliklərin mürəkkəbliyi, dinamizmi və çoxtərəfliliyi mərhələlər üzrə öyrədilməsinin düzgün və səmərəli olduğunu göstərir. Bəs bu mərhələlər necə və hansı ardıcılıqla olmalıdır? Cavab, nəzəriyyənin özünün inkişaf mərhələlərindən keçməsinə və bu mərhələlərdə idrakın hansı səviyyədə fəaliyyət göstərəcəyindədir. Prosesdə əsas mərhələlər aşağıdakılardır.

Nəzəriyyənin meydana çıxmasına qədərki vəziyyət, rəngarəng təbiət hadisələrindən öyrəniləcək fiziki obyektin seçilməsi. Obyekt üzərində müşahidələr və ölçmələr aparmaqla onun haqqında əlavə informasiya toplamaq. Bu mərhələ nəzəriyyənin yaranması prosesində hazırlıq mərhələsi kimi davam edir. Mərhələ idrakın empirik səviyyəsində davam edir. Əgər nəzəri faktlar araşdırılırsa, səviyyə bir qədər də yuxarı qalxır, keçid səviyyəsinə empirik-nəzəri səviyyəyə çatır. İkinci mərhələdə məqsədyönlü qoyulmuş problemin həlli üçün müxtəlif (hətta bir-birinə zidd olan) fərziyyələr irəli sürülür, onların zəminində modellər qurulur. Bu mərhələdə problem tədricən «yetişməyə» başlayır. Proses idrakın nəzəri səviyyəsində davam edir. Üçüncü mərhələdə müxtəlif fikir və riyazi əməliyyatlarla axtarılan problem həll olunur. O «nurlanır» və məntiqi nəticəsi alınır. Bu mərhələdə də idrak nəzəri səviyyədə əməliyyatlar aparır. Sonuncu mərhələdə alınmış məntiqi nəticələrin doğruluğu yeni eksperimentlərlə və yaxud məlum mühüm faktların izahı ilə, yaxud da məlum olmayan hadisə (lər) və proses(lər)in mümkünlüyünü və varlığını söyləməklə sübuta yetirilir. Bu prosesdə həm də dəqiqləşdirmələr aparılır. Mərhələ idrakın həm empirik, həm nəzəri səviyyəsində və hər iki səviyyəsinin sərhədində baş verə bilər. Bu kiçik təhlildən aşkarlanır ki, nəzəriyyənin formalaşması prosesində elmi idrakın ümumi qanunauyğunluğu aşkar görünür: təkcədən xüsusiyyə və xüsusiyyədən də ən ümumiyyə doğru, sonra da əksinə-ümumidən xüsusiyyə, ondan da təkcəyə doğru. Nəzəriyyənin qurulması prosesindəki dialektika tədris metodikasında da düzgün əksini tapmalıdır (əks təqdirdə tədris metodikasının məntiqi nəzəriyyənin formalaşması məntiqinə zidd olacaq. Düzgün olmayan metod, düzgün və səmərəli nəticə verə bilməz). Bu ilkin və ən zəruri şərtədir, lakin kafi deyil. Məktəb təcrübəsində fizika kursu proqramının quruluşu və şagirdlərin ibtidai siniflərdən mənimsədiyi biliklər də mühüm şərt kimi qəbul olunmalıdır. Bizim günəş sistemi, bu sistemdə planetlərin mövqeyi və onların hərəkət qanunauyğunluqları haqqında ilkin məlumatları, daha dəqiq desək ilk heliosentrik nəzəriyyənin elementlərini şagirdlər «Təbiətşünaslıq» (hazırda həyat bilgisi) fənnində alırlar Bununla da onlar ilk dəfə, ilk təbii-elmi nəzəriyyənin elementləri ilə tanış olurlar. Məktəbin fizika proqramı isə pilləli qurulduğundan yuxarı siniflərdə sistemli tədris olunan fiziki nəzəriyyələrin mühüm elementləri kursun birinci pilləsində də tədris olunur. Nəzəriyyə elementləri öyrədilərkən təhrifə də yol verilmir. Müasir elmdə onun əsas ideyaları necə qəbul olunmuşdursa, şagird yaş səviyyəsini nəzərə almaqla məlumatlar da ona uyğun səviyyədə verilir. Hər nəzəri müddəə təcrübi faktların təhlili və ümumiləşdirməsinə əsaslanır. Bu təcrübi faktları isə şagirdlər ətraf aləmin müşahidəsindən və fiziki eksperimentdən almışlar. Göründüyü kimi, birinci pillədən şagirdlərin fiziki nəzəriyyənin əsas elementləri və fizika elminin metodları haqqında bilikləri var. Həm

də bu biliklər az deyil: maddənin molekulyar-kinetik, atomun quruluşu, klassik elektron nəzəriyyəsi və həndəsi optika, atom və nüvə fizikasının elementləri. VII və IX siniflərdə fiziki nəzəriyyənin rolunun qüvvətləndirilməsi ilk növbədə şagirdlərin təfəkkürünün inkişaf etdirilməsinə xidmət göstərir. İkinci pillədə fiziki nəzəriyyələrin sistemli şəkildə öyrədilməsi işində bu layiqli baza unudula bilməz, ondan səmərəli istifadə olunmalıdır. Beləliklə, elmi idrakın qanunauyğunluğu və fiziki nəzəriyyənin məntiqi orta məktəbin fizika kursunun ikinci pilləsində nəzəriyyələrin tədrisi metodikasının düzgün yolunu göstərmiş olur. Tapılan düzgün yolun məktəb kursunda saxlanılması üçün o, didaktikanın mövcud məlum prinsipləri prizmasında «sınmalı», təhrifə yol verilmədən şagirdlərin anlaq səviyyəsində adaptasiya olunmalıdır. Bununla da nəzəriyyənin öyrədilməsi mərhələləri dəqiq müəyyənləşmiş olacaqdır. Şagirdlərdə nəzəriyyə haqqında bilikləri formalaşdırmaq üçün məzmunun zənginliyini saxlamaqla, onun yığcam şəkllə salınması zəruridir. Bu halda biliklər şagird şüurunda həm həcmi, həm də bir-birilə rəbitəli şəkllə alacaq. Belə bilik isə, sistemli bilikdir.

#### **Ədəbiyyat**

1. İmanov S.E. Orta məktəbdə fizika tədrisi metodlarının seçilmə prinsipi və təsnifi. Bakı: ADPU, 1987, 480 s.
2. Qaralov Z.İ. Fizika qanunlarının tədrisi. Bakı: Elm, 1997, 348 s.

## **ORTA ÜMUMTƏHSİL MƏKTƏBLƏRİNDƏ FƏNLƏRARASI İNTEQRASIYASI PROBLEMİNİN HƏLLİ YOLLARI**

**İ.İ.Qasımova, S.C.Məmmədov**

*Sumqayıt Dövlət Universiteti*

*Fizika və Elektroenergetika fakültəsi, II kurs (magistr)*

Azərbaycan Respublikasının orta ümumtəhsil məktəblərində təbiət fənlərinin, yəni fizika, kimya, biologiya, astronomiya və fiziki coğrafiyanın müstəqil fənn kimi tədrisi üzrə böyük təcrübə toplanmışdır.

Bununla yanaşı, orta ümumtəhsil məktəblərində çoxfənlilikdən azfənliliyə keçmək problemi bu gün ən aktual problem kimi qarşıda durur. Çoxfənliliyin yaranmasının özü də tarixi proses kimi baş vermişdir. Belə ki, XIX əsrin sonu, XX əsr isə bütövlükdə elm, texnika və texnologiyaların sürətli inkişaf dövrü olduğundan, bir sıra sahələrdə-energetika, kosmik tədqiqatlar, atom və nüvə fizikası, yarımkeçiricilər, elektrotexnika, maddi varlıqların qarşılıqlı çevrilməsi və digər sahələr üzrə çoxsaylı qanunlar, hadisələr aşkar edildi. Vaxtilə “Təbiət”, “Fəlsəfə”, “Hikmət” və başqa cür adlandırılan vahid elm-fizika, kimya, bitki aləmi, kosmologiya, təbabət və riyaziyyat elmləri adı altında müstəqil elm sahələri kimi tanındı. Son iki əsrdə yüzlərlə yeni müstəqil elmlər yarandı. Hazırda təkcə iqtisadiyyat üzrə 50-dən çox elm sahəsi mövcuddur. Bu səbəbdən təkcə orta ümumtəhsil məktəblərində icbari tədris olunan fənlərin sayı 30-a yaxındır. Şagirdlər hədsiz dərəcədə ağır tədris yükü ilə yüklənmişlər. Bu qədər fənlərin böyük əksəriyyətinin bir-biri ilə əlaqəsi əsaslandırılmamışdır. Əlaqəsiz bilik çoxluğu isə həyat üçün zəruri olan, məktəb məzununun fəaliyyətinə, yaşayış tərzinə kömək göstərə bilən faydalı bilik və bacarıqlara çevrilə bilmir. İndi həyat insanların inkişafına, yaşayış tərzinin yaxşılaşmasına xidmət göstərə biləcək, inteqrasiya olunmuş bilik və bacarıqlar sistemində yiyələnmələrini tələb edir.

Hazırda çoxfənlilikdən azfənliliyə keçmək, bu zaman intellektin hərtərəfli inkişafına daha yaxşı təsir göstərə biləcək elmi biliklər sistemini məktəbə gətirmək tələb olunur. Orta təhsil verən texniki-peşə və orta ixtisas məktəblərində fizika-riyaziyyat və texniki fənlərin öyrədilməsi əsasən ümumtəhsil məktəbləri kurslarının bazasında həyata keçirildiyindən, eyni ilə texniki peşə və orta ixtisas məktəblərində də inteqrasiya olunmuş bilik və bacarıqların verilməsi tələb olunur.

Ona görə də, həm ümumi, həm də xüsusi metodikalarda yeni dövrün tələbləri nəzərə alınmalıdır. Ümumi metodika iki istiqamətdə inkişaf etməyə başlamışdır:

1. Fizika kursunun öyrədilməsi ilə bağlı olan komplekslər-tədris planı, proqram, tədris avadanlığı, fizika kabinetləri və laboratoriyaları və ekskursiya obyektləri və s. yeni tələblər baxımından təkmilləşdirilməli, zənginləşdirilməli və axtarışlar bu istiqamətdə yönəldilməlidir.

2. Fizikaya uyğun məktəbşünaslıq məsələləri təzələnməli, müəllim hazırlığı, məktəbə rəhbərlik, idarəçilik sistemi yeniləşdirilməlidir. Təhsildə administrativ, bürokratik, məcbureddici və qorxuducu nəzarət forması isə aradan götürülməli, fənn müəllimlərinə tam sərbəstlik verilməli, bütün formal proseduralar-müəllimə gündəlik yazdırmaq məcburiyyəti, onun dərslərini dinləyib, müzakirə etməklə müəllimin şəxsiyyətini alçaltmaq və s. aradan qaldırılmalı, müəllimlərin iş qəbulunda yeni sistem tətbiq edilməli və müəllimin əmək haqqı saat hesabı ilə yox, gün-saat hesabı ilə ödənilməlidir.



Məktəbşünaslığın bu məsələləri fizika fənninin tədrisi baxımından yeniləşdirilməli və xüsusi tədqiqat predmetinə çevrilməlidir.

Xüsusi metodika inteqrasiya olunmuş bilik və bacarıqların formalaşdırılmasına xidmət göstərməlidir. Bunun üçün inteqrasiya olunmuş bilik və bacarıqların həcmi, konturları müəyyənləşdirilməli, ayrı-ayrı bölmələrin, mövzuların, fiziki hadisə və anlayışların, qanun və nəzəriyyələrin şagirdlər tərəfindən sərbəst öyrənilməsinə, onların fizika elminin tədqiqatçıları kimi inkişafına yönələn texnologiyalar işlənilməlidir.

Məktəbdə fizikadan öyrədilən bütün nəzəri biliklərin məzmunu insanın həyat fəaliyyətində daim istifadə ediləcək, hər addımda köməyinə çatacaq bacarıqların formalaşdırılmasına xidmət göstərməlidir.

Tədqiqinə ehtiyac duyulan bir sıra aktual mövzuların siyahısını təqdim edirik:

1. Orta ümumtəhsil, texniki-peşə və orta ixtisas məktəbləri üçün fizikadan optimal bilik, bacarıq və vərdisləri əhatə edən məzmun.
2. Fizika kursunda inteqrasiya və generalizasiya olunmuş nəzəri və təcrübi bilik və bacarıqlar sistemi.
3. Fizikadan propedevtik kursun məzmunu və sistemi.
4. Fizika proqramlarının tərtibi prinsipləri.
5. Fizika dərslərinin tərtibi prinsipləri.
6. Şagirdlər üçün əlavə ədəbiyyatın tərtibi prinsipləri.
7. Müasir fizika laboratoriyalarının təşkili prinsipləri və məzmunu.
8. Müasir fizika kabinetləri. Onun tərtibi və istifadə edilməsi metodikası.
9. Elektron-fizika kitabxanası və ondan istifadənin metodikası.
10. Fizikanın öyrətməyin metodologiya problemləri.
11. Fizikanın tərbiyələndirici funksiyaları.
12. Təlim-tərbiyə sisteminin müasir tələblər baxımından təkmilləşdirilməsi.
13. Təbiət elmlərinin əsaslarının inteqrasiyası əsasında dünyaya yeni baxışların formalaşdırılması.
14. Dünyanın fiziki, kimyəvi, bioloji mənzərəsinin bir-biri ilə qarşılıqlı və əlaqəli öyrədilməsi.
15. Hərəkətin formalarına xas olan ən ümumi keyfiyyətlər: mexaniki, fiziki, kimyəvi, bioloji və ictimai.
16. Hərəkət formaları arasında qarşılıqlı keçidin elmi əsasları və onların öyrədilməsi yolları.
17. Fizikanın okeanologiyada tətbiqi və onların məktəblilərə öyrədilməsi.
18. Fizikanın müasir texnikanın əsasında duran elm olmasının şagirdlər tərəfindən şüurlu dərk edilməsi.
19. Fizika kursunda mexanikanın, elektrik və elektromaqnetizmin, molekulyar fizikanın, istiliyin, optikanın, atomun və atom nüvəsinin yeri.
20. Fizikadan şagirdlərin bilik və bacarıqlarının nümunəvi qiymət normaları.
21. Şagirdlərin cavablarının obyektiv qiymətləndirilməsi.
22. Fizikadan laboratoriya işlərinin qiymətləndirilməsi.
23. Müasir istehsal, xidmət, məişət obyektlərinə ekskursiyaların təşkili.
24. Məktəblərin istehsalat və təminat bazarları.
25. Fizika avadanlığının istehsalı.
26. Fizika dərnlərinin, olimpiadaların, fizika gecələrinin təşkili və keçirilməsi.
27. Fənlərarası qarşılıqlı əlaqələr.

Əlbəttə, aktual məsələlər çoxdur, lakin, bunların hamısını seçmək, sistemə salmaq və onların araşdırılmasını təşkil etmək müvafiq elmi müəssisələrin vəzifəsidir.

**Ədəbiyyat**

1. Qaralov Z.İ. Fizika qanunlarının tədrisi. Elm: Bakı, 1997, 246 s.
2. İmanov S.Ş. Fizikadan tədris məşğələlərinin təşkili. APİ, Bakı, 1991, 486 s.

**NƏZƏRİ KONFORMASIYA ANALİZİ METODU İLƏ DİNORFİNİN  
Arg<sup>7</sup> -İle<sup>8</sup> –Arg<sup>9</sup> FRAQMENTİNİN BÜKÜLÜ FORMASININ  
FƏZA QURULUŞUNUN ÖYRƏNİLMƏSİ**

**D.E.Aliyeva<sup>1</sup>, A.H.Dəmirov**  
**Sumqayıt Dövlət Universiteti**

*Fizika və Elektroenergetika fakültəsi, II kurs (magistr)*

İlk dəfə Qoldşteyn və onun işçiləri tərəfindən [1] donuzun hipofezinin ekstraktından ayrılmış dinorfinin N-sonlu tridekapeptidi bioloji aktiv molekül alınmışdır. Dinorfinə həmçinin leysin-enkefalin daxildir.

Dinorfin başqa opioid peptidlərdən onunla fərqlənir ki, o dəniz donuzunun mədəaltı vəzində olan preparatın opiatların reseptorları ilə qarşılıqlı təsiri 50 dəfə  $\beta$ -endorfindən güclüdür, 200 dəfə endorfindən yaxşıdır və 700 dəfə leysin-enkefalinəndən güclüdür. Həmçinin dinorfinin başqa çoxlu sayda funksiyaları var [2].

Dinorfinin və onun analoqlarının fəza quruluşlarını və konformasiya imkanlarını müəyyən etmək üçün fraqmentlərin fəza quruluşunu müəyyən etmək lazımdır. Bunun üçün isə həmin fraqmentlərə daxil olan amin turşularının məlum fəza [3,4] quruluşlarından istifadə edərək nəzəri konformasiya analizi (NKA) metodu ilə fraqmentlərin fəza quruluşlarını və onların konformasiya imkanlarını müəyyən edək.

Fraqmentin potensial enerjisi qeyri-valent əlaqə olan atomların qarşılıqlı təsir enerjisi ( $E_{q.v.}$ ), elektrostatik qarşılıqlı təsir ( $E_{el.st.}$ ), torsion qarşılıqlı təsir enerjisi və hidrogen rabitəsinin enerjiləri cəmi şəklində tapılır[5].

Məqalədə istifadə edilən anlayışların izahı, potensial funksiyaların və poliempirik parametrlər hansı ki, potensial enerjinin qiymətləndirilməsində istifadə edilir[6]-də göstərilmişdir. Fraqment Arg<sup>7</sup> –İle<sup>8</sup> –Arg<sup>9</sup> su mühitində öyrənilməsi üçün fraqmentin N- və C- sonları, Arg<sup>7</sup> və Arg<sup>9</sup>-un kənar zəncirləri ionlaşmış şəkildə götürülmüşdür.

Bizim tədqiq etdiyimiz fraqmentə daxil olan amin turşularının kiçik enerjili konformasiyalarından istifadə edərək fraqment üçün çoxlu sayda variantlar hazırlanmış və enerjinin minimizasiyası proqramından istifadə edərək malik olduğu minimum enerji səviyyələrinə uyğun konformasiyalarını müəyyən etmişik. 0+5.0 kkal/mol nisbi enerji intervalına yalnız 37 konformasiya düşür. Bu konformasiyalarda əsasən stabilləşdirici rolu qeyri-valent qarşılıqlı təsir oynayır. Elektrostatik təsir isə əsasən qeyri-stabilləşdirici təsir göstərir. Torsion qarşılıqlı təsir az da olsa qeyri-stabilləşdirici təsir göstərir. Biz Arg<sup>7</sup>- Ile<sup>8</sup>-Arg<sup>9</sup> fraqmentinin fəza quruluşunu və konformasiya imkanlarını, fraqmentin açıq struktur quruluşunu əvvəlki məqalədə öyrəndiyimizdən, bu məqalədə fraqmentin əsas zəncirinin yarımçıq və tam bükülü strukturunu öyrənəcəyik. Hesablamalarımızın nəticəsi cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəldən görürük ki, bu fraqmentin fəza quruluşunun dayanıqlı quruluşu yarım bükülü və tam bükülü formalardır. Yarım bükülü, yəni əsas zəncirin f e struktur tipinə aid olan konformasiyaların nisbi enerjiləri 2,3 kkal/mol-dan böyük olur və əsasən stabilləşdirici rolu Arg<sup>7</sup>-İle<sup>8</sup> və Ile<sup>8</sup> ilə Arg<sup>9</sup> amin turşuları, isə açıq struktur tipinə aid olan konformasiyalarına nisbətən daha az qeyri-stabilləşdirici təsir göstərir. Əsas zəncirin ff tam bükülü struktur tipinə aid olan konformasiyalarda isə Arg<sup>7</sup> ilə Arg<sup>9</sup> amin turşuları arasındakı qarşılıqlı təsiri isə əsasən stabilləşdirici təsir göstərir. Minimum enerjiyə

<sup>1</sup> dilarealiyeva2@gmail.com

malik olan konformasiya əsas zəncirin tam bükülü f f quruluş tipinə aid olan konformasiyadır (B<sub>22</sub> R<sub>32</sub> B<sub>32</sub>). İşin məqsədi ondan ibarətdir ki, bunun nəticəsindən istifadə edərək molekula daxil olan daha böyük fraqmentlərin dinorfinin fəza quruluşunun və konformasiya imkanlarının müəyyən edilməsində istifadə ediləcək.

Cədvəl 1

**Arg<sup>7</sup>-İle<sup>8</sup>-Arg<sup>9</sup> fraqmentinin bükülü formasının kiçik enerjili konformasiyaları(kkal/mol)**

Struktur tipi Konformasiya	E <sub>q.v.</sub>	E <sub>elst</sub>	E <sub>tor</sub>	E <sub>ümumi</sub>	E <sub>nisbi</sub>	I	II	III
Fe R <sub>22</sub> -B <sub>22</sub> -B <sub>31</sub>	-12.1	8.2	2.4	-1.6	3.3	0.5	0.3	-0.8
R <sub>22</sub> -B <sub>22</sub> -B <sub>32</sub>	-11.5	8.0	1.3	-2.3	2.6	0.6	0.2	-1.5
R <sub>32</sub> -B <sub>32</sub> -B <sub>32</sub>	-11.9	8.2	1.2	-2.6	2.3	0.3	0.3	-1.3
f f								
B <sub>21</sub> -R <sub>32</sub> -B <sub>32</sub>	-11.5	8.7	1.1	-1.8	3.1	2.1	0.8	-1.4
B <sub>22</sub> -R <sub>32</sub> -B <sub>32</sub>	-13.7	7.4	1.4	-4.9	0.0	0.8	0.5	-1.4
B <sub>32</sub> -R <sub>32</sub> -B <sub>32</sub>	-10.6	7.3	0.8	-2.4	2.5	0.0	0.3	-1.4

**Ədəbiyyat**

1. Goldstein A., Tachibana B., Proc.Nat. Acad. Sci., USA, 1979, 76, p.6666-6670.
2. Hughes I., Trends Pharmacol.Sci., 1981, v.1, p.21-24
3. Линкин Г.М., Архипова С.Ф., Будковская В.Н., Попов Е.М., Хим. природн. соед., 1975, №2, с. 211-219.
4. Попов Е.М., Липкин Г.М., Архипова С.Ф., Изв. АН СССР, ОРГ. ХИМ. 1971, с. 312-319.
5. Е.М. Попов. Физика молекул, Киев, Наукова Думка, вып. 8, 1980, с. 69.
6. Попов Е.М., Касутова Л.И., Ахмедов Н.А., Касутов И.С., Годжаев Н.М., "Препринт ИТФ-79-43Р", Киев, 1979.

## I TIP SEYFERT QALAKTİKASI NGC 7469-UN BVRI MONİTORİNQİ

N.İ.Tağıyeva<sup>1</sup>, N.Ə.Hüseynov  
Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası

I tip Seyfert qalaktikası NGC 7469-un 2016-2019-cu illər ərzində BVRI süzğəclərində aparılmış fotometrik müşahidələrinin nəticələri verilir. Müşahidələr AMEA N.Tusi adına ŞAR-ın "Zeiss 600" teleskopunda aparılıb. Müşahidə dövrü ərzində 3 alışıma qeydə alınıb. Birinci alışıma ən güclü olub və parlaqlığın dəyişməsi BVRI süzğəclərində uyğun olaraq tərtibdə olmuşdur:  $B = 0^m,272 \pm 0^m,005$ ;  $V = 0^m,181 \pm 0^m,003$ ;  $Rc = 0^m,173 \pm 0^m,004$ ;  $İc = 0^m,125 \pm 0^m,003$ . İkinci alışıma orta gücdə olmuş və parlaqlığın dəyişməsi BVRI süzğəclərində uyğun olaraq tərtibdə olmuşdur:  $B = 0^m,098 \pm 0^m,005$ ;  $V = 0^m,047 \pm 0^m,003$ ;  $Rc = 0^m,093 \pm 0^m,004$ ;  $İc = 0^m,036 \pm 0^m,003$ . Üçüncü alışıma isə birinci ilə müqayisə olunandır və parlaqlığın dəyişməsi BVRI süzğəclərində uyğun olaraq tərtibdə olmuşdur:  $B = 0^m,207 \pm 0^m,005$ ;  $V = 0^m,168 \pm 0^m,003$ ;  $Rc = 0^m,119 \pm 0^m,004$ ;  $İc = 0^m,065 \pm 0^m$ .

Seyfert qalaktikalarını (SQ) ilk dəfə amerika astronomu K.Seyfert 1943-cü ildə seçib [1]. SQ rentgendən radiodiapazona qədər oblastda şüalandırır və bu şüalanma dəyişkəndir [2]. Bu dəyişkənliyin öyrənilməsi kompakt obyektlərin akkresiya diskində gedən proseslərin diaqnostikası üçün ən effektiv üsuldür. Fəal nüvənin quruluşunu aydınlaşdırmadan mərkəzi mənbənin energetika problemini həll etmək mümkün deyil [3]. Fəal nüvənin dəyişkənliyinin xarakterinin aşkarlanması mövcud modellər içərisində seçim etmək imkanı verə bilər [4].

**Müşahidə.** NGC 7469 və qonşusu İC 5283 qalaktikaları qarşılıqlı təsirdədir və aralarındakı məsafə 68 Mpk-dir. NGC 7469-un nüvəsindən  $1^{\circ}5$  bucaq məsafəsində fəal ulduzəmələgəlmə prosesi gedir [5]. Sadalanan xüsusiyyətlərinə görə bir çox tədqiqatçılar tərəfindən öyrənilmişdir.

SQ NGC 7469-un 2016-2019-cu illər ərzində BVRI süzğəclərində fotometrik müşahidəsi AMEA N. Tusi adına ŞAR-ın "ZEISS-600" teleskopunda aparılmışdır. Müşahidə müddətində BVRI süzğəclərində NGC 7469-un parlaqlığının dəyişməsi aşağıdakı tərtibdədir:  $0^m,359$ ;  $0^m,113$ ;  $0^m,176$  və  $0^m,113$ . Müşahidə müddətində NGC 7469 qalaktikasında 3 alışıma qeydə alınmışdır.

**Nəticələr.** Birinci alışımda dəyişməsinin amplitudu  $B = 0^m,272 \pm 0.005$ ;  $V = 0^m,181 \pm 0^m,003$ ;  $Rc = 0^m,173$ ;  $İc = 0^m,125 \pm 0^m,003$  olmuşdur. II alışıma orta gücdə və dəyişmənin amplitudu  $B = 0^m,098 \pm 0^m,005$ ;  $V = 0^m,047 \pm 0^m,003$ ;  $Rc = 0^m,093 \pm 0^m,004$ ;  $İc = 0^m,036 \pm 0^m,003$  tərtibində olmuşdur. III alışıma I ilə eyni səviyyədə olmuş və dəyişmənin amplitudu  $B = 0^m,207 \pm 0^m,005$ ;  $V = 0^m,168 \pm 0^m,003$ ;  $Rc = 0^m,119 \pm 0^m,004$ ;  $İc = 0^m,065 \pm 0^m,003$  olmuşdur. SQ NGC 7469-un belə fəal olmasının səbəbi nüvənin yaxın ətrafında intensiv ulduzəmələgəlmə prosesinin getməsi və qalaktikanın İC 5283 qalaktikası ilə qarşılıqlı təsirdə olması ola bilər.

### Ədəbiyyat

1. Seyfert C. Nuclear Emission in Spiral Nebulae. Astrophys. Journal, 97, p. 28-40, 1943.
2. Fitch W.S. et.al. Optikal variation of the nuclei of three compact galaxies together with new photometric data for seyfert galaxies. AP.J.Lett., 150, 177, 1967.
3. Дибай Е.А., Лютый В.М. Параметры оптической переменности АЯГ. АЖ, 61, No 1. с. 10, 1984.
4. Dan Maoz et al. A Possible 100 Day X-Ray-to-Optikal Lag in the Variations of the Seyfert 1 Nucleus NGC 3516//The Astronomical Journal, 119, 119-125, 2000.
5. Genzel R., et.al. The Galactic Center massive black hole and nuclear star cluster. Reviews of modern physics, 82, p. 3121, 2010.

<sup>1</sup> tagiyeva.nargiz1@mail.ru

## MÜNDƏRİCAT

### PLENAR İCLASLAR

<b>Gözəlova N., Ramazanov M.Ə., Naciyeva F.V.</b> Gümüş nanohissəciklərin naftalan neftinin fotoluminescent xassələrinə təsiri.....	5
<b>Ализаде М.Р., Ахмедов А.И.</b> Эффективное сечение рождения пары нейтрально при столкновении протонов с высокой энергией при участии виртуального $Z^0$ бозона и скалярных кварков .....	7
<b>İbrahimova A.E., S.Ə.Cahangirova.</b> Cd1-xZnxS təbəqələrinin fotoelektrik xassələri .....	9
<b>Qasımzadə T.M., Nurullayev Y.Q.</b> Fizikanın tədrisində kompüter modellərinin yeri, rolu və didaktik imkanları.....	11
<b>C.H. Səmədov, C.N. Rüstəmov.</b> HD 206267 ulduzunun spektrində $H_{\alpha}$ və $H_{\beta}$ xətlərinin asimmetriyası .....	13
<b>Pashayev B.G., Orujova N.F.</b> Determination of conformation and dimensions of polyethylene glycol macromolecule in the systems water-PEG-KOH.....	15
<b>Quliyeva S.Y., Orucov A.K.</b> Lazer şüalanmasının ionlaşmaya tətbiqi.....	17
<b>Abbasova Ç.Y., Səfərov V.H.</b> Yarımkəçirici materiallarda dislokasiya.....	19

## BÖLMƏ 1

### NƏZƏRİ FİZİKA VƏ ASTROFİZİKA

<b>Nəhmədov İ.Ə., Rəcəbov M.R.</b> Qara dəliklərdə informasiya paradoksu. Holoqrafik prinsip .....	21
<b>Heydərlı J.B., Alışova K.İ.</b> Ulduzların mənşəyi və təkamülünün ilk ərhələsi.....	22
<b>Mustafayeva N.V., Əbdülvahabova S.Q.</b> Kvarq klasterlərinin nəzərə alınması ilə nn səpilməsi.....	23
<b>I.I. Atayev, Sh.A. Mamedov, G.C. Shahverdiyeva.</b> Axial-vector form factor of nucleon in the ADS/QCD models .....	25
<b>Vahidli N.R., Abbasova G.C.</b> İşıq kvantları .....	27
<b>Ahmadova N.A., Abdolvahabova S.Q.</b> Big ban, Hubble law .....	28
<b>Султанова Н.Э. Гаджиева Л.С.</b> Энтропия .....	29
<b>Исмаилова Э.Б. Гаджиева Л.С.</b> Чёрные дыры загадочные объекты вселенной.....	31
<b>Quluzadə H.Z., Abdullayev S.Q.</b> Psevdoskalyar A-hiqqs bozonun çevrilmə kanalı. $A \rightarrow Z^0 hh$ - çevrilmə kanalının eni.....	33
<b>Əsrəfli Z.E., Abbasova G.C.</b> Fotoeffekt. Fotoeffektin qırmızı sərhədi .....	35

<b>Nəzərov F.N., Əliyeva Z.F.</b> Qara dəlik.....	36
<b>Рагимли К.М. Гаджиева Л.С.</b> Что такое жидкостное дыхание-наука или фантастика? .....	37
<b>Магеррамова Б.Е., Ибрагимов Х.Б.</b> Прямое межзонное поглощение света в квантовых точках при наличии внешнего электрического поля .....	39
<b>Gafarli F.R., Abdulvahabova S.G.</b> Higgs boson and dark matter .....	41
<b>Demirtaş E.T., Alışeva K.İ.</b> Kainatın quruluşuna müasir baxış .....	43
<b>Меняева А.Р. Гаджиева Л.С.</b> Что скрывается за понятием фотоэффект? .....	44
<b>Гарегезлю Н.И. Гаджиева Л.С.</b> Изучение и объяснение голубого цвета неба.....	46
<b>Kuli – Zade D.M., Akhundova N.A.</b> Günəş ulduz kimi spektrində bəzi fraunhofer xətlərinin simmetriya parametrləri .....	48
<b>Vahabova Ə.Ə.</b> Marsın spektrində 6190 a° və 7250 a° udulma zolağında metanın varlığının müəyyənəşdirilməsi.....	49
<b>Qulieva Ə.Ə., Həsənova U.S.</b> Kosmik şüalar.....	50
<b>A. Z. Buludkhanlı, R. T. Mammadov, Kh. M. Mikailov.</b> CH CYG simbiotik ulduzunda sayrışmalar.....	51
<b>Quliyev.Ə.S.1, Həsənova.A.P.</b> Anomal quyruqlu kometlərlə meteor sellərin moid – məsafələrinin paylanması.....	53
<b>Əlizadə N.Ə.</b> Yüklü $H^+$ -hiqqs bozonun çevrilmə kanalı, $H^+ \rightarrow W^+ hh$ -çevrilmə kanalının eni .....	55
<b>Eyvazova L.A., İbrahimov H.B.</b> Maqnit sahəsində kvant çuxurun enerji spektri.....	57

## BÖLMƏ 2

### İSTİLİK FİZİKASI VƏ MOLEKULYAR FİZİKA

<b>Güləhmədov O.G., Vəliyeva L.İ.</b> ALA1-ARG2-PRO3 tripeptid fraqmentinin fəza quruluşunun tədqiqi .....	58
<b>Quliyeva R.R., Abbasova G.C.</b> HİS-ALA-İLE-TYR tetrapeptid fraqmentinin fəza quruluşu .....	60
<b>Hashimova M.E., Pashayev B.G.</b> Structural characteristics in water-polyethylene glycol-LiOH systems.....	61
<b>Гулехмедов О. Г., Велиева Л.И.</b> Пространственное строение молекулы аллатостатина 6 .....	63
<b>Eminova A.R., Abbasova G.C.</b> Difraksiya qəfəsi .....	64
<b>Qarakişili T.İ., Hacıyeva F.V.</b> Antimikrob xassəli mis nanohissəciklərinin sintezi və stabilləşdirilməsi .....	66

<b>Niftullayeva N.V., B.G. Paşayev.</b> Su-PEQ-KOH sistemlərinin özlü axının aktivləşmə parametrləri.....	68
<b>Hacıyeva M.R., Qəribov Q.İ.</b> Plazmada süni stratlar üçün dispersiya münasibəti.....	70
<b>Ş.Ş.Ələkbərov, S.B.Orucova.</b> Polistirol- Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> kompozit təbəqələrinin alınması.....	71
<b>Taptıqlı M.A., Hüseyinov H.İ.</b> Nanoölçülü sistem fülleren və onun tətbiqləri.....	73
<b>Səmədzadə N.C, Abbasova G.C.</b> Temperatur anlayışı.....	75
<b>İsrafilova S.M., Nəbiyev N.S.</b> [(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> Me] <sup>+</sup> və [(H <sub>2</sub> O) <sub>8</sub> Me] <sup>+</sup> metal ionu-su molekulu komplekslərinin hesablama modelləri və klassik elektrostatik modelə əsasən fəza quruluşunun hesablanması.....	76
<b>Prudko V.V., Həsənov A.A, Nəzərli P.Ş.</b> Məhlullar. Polimerlərin sulu məhlulları.....	78
<b>G.İ.Rüstəmli, Ü.T.Ağayeva, N.M.Qocayev.</b> GLY-PRO-ARG-THR-TYR-NH <sub>2</sub> pentapeptidin konformasiyalarının enerjilərinə görə paylanması.....	80
<b>Pənahova L.F., Paşayev B.G.</b> Suyun xüsusi istilik tutumunun təzyiq və temperaturdan asılılığı.....	82
<b>Əsgərova B.E., Paşayev B.G.</b> İon elektrik keçiriciliyinin aktivləşmə parametrlərinin hesablanması.....	83
<b>Hasanov A.A., Hasanova X.T., Bağirova S.R., Orujova N.F.</b> The effect of the molecular mass of polyvinylpyrrolidone to phase diaqram of two-phase system dextran-polyvinylpyrrolidone-water.....	85
<b>Yusubova M.F., Paşayev B.G.</b> Su-PEQ-NaOH sistemlərində struktur xüsusiyyətləri.....	87

### **BÖLMƏ 3**

#### **BƏRK CİSİMLƏR FİZİKASI**

<b>Məmmədova N.Ə., Hacıyeva F.V.</b> PVDF+CdS/ZnS əsaslı polimer nanokompozitlərin dielektrik xassələri.....	89
<b>Мамедова Г.Н., Касумова Р.Д.</b> Эффекты фазовой само- и кросс-модуляции в метаматериалах.....	91
<b>Maharramova A.N., Jafarov M.A.</b> Photoelectric properties of thin film heterojunctions.....	93
<b>Məmmədova M.Q., Həsənova L.H.</b> TlGaSe <sub>2</sub> bərk məhlullarının elektrik xassələri.....	95
<b>Əmmayeva Ə.Y., R.C.Qasımova</b> Superqəfəsdə ardıcıl generasiyanın kvazisinxronizm şərtləri.....	96



<b>Ganbarova S.V., Orujov A.K.</b> A brief theory of the kinetics of diffusion between the surface and the volume of rhenium .....	98
<b>Məmmədov H.S., Orucov A.K.</b> Müstəvi diodun fəza yükləri oblastında volt-amper xarakteristikası .....	100
<b>Ş.Ş.Əliyeva, S.Ə.Cahangirova.</b> $A^2B^6$ birləşmələrinin nanoölçülü təbəqələrinin fotoelektrik və fotolyuminessensiya xassələri.....	103
<b>Babayeva G.Ə., Davudov B.B.</b> Qrafit anodun plazma selinin təsiri nəticəsində dağılması .....	105
<b>Mehtiyeva X.Z., Məmmədova A.Ç.</b> AgGaS <sub>2</sub> birləşməsinin nazik təbəqəsində həcmi yüklərlə məhdudlanan cərəyanın tədqiqi.....	106
<b>Məmmədova N.Ə., Hacıyeva F.V.</b> PVDF+CdS/ZnS əsaslı polimer nanokompozitlərin fotolüminessensiya xassələri.....	107
<b>Məmməd zadə A.C., Əliyev M.N.</b> İfrat incə qarşılıqlı təsirin aşağı temperaturlarda və konsentrasiyalarda yarımmaqnit yarımqeçiricilərdə nüvə maqnit rezonansına təsiri.....	108
<b>Davudova N.F., Nurullayev Y.Q.</b> Dy element atomlarının halkogenid əsaslı TlInSe <sub>2</sub> bərk məhlul kristalının elektrik keçiriciliyinə təsiri.....	110
<b>Davudova N.F., Nurullayev Y.Q.</b> TlInSe <sub>2</sub> əsaslı yarımqeçirici birləşmələrin elektrik xassələrinə ionlaşdırıcı şüaların təsiri.....	112
<b>Səmədli M.M., Musazadə İ.V.</b> Maye məhsulların tərkibinin fotometrik üsullarla tədqiqi .....	114
<b>Bağirova L.V., Rəhimova N.Ə.</b> p-TlGaSe <sub>2</sub> monokristallarında induksiyanlanmış aşqar fotoqeçiriciliyin bəzi xüsusiyyətləri .....	115
<b>Abiyev Z.E., Abdullayev A.P.</b> TlGaTe <sub>2</sub> kristallarının volt-farad xarakteristikası .....	117
<b>Cəbrayilova A.O., Şamilov T.Q.</b> Dəmir-nikel əsaslı invar ərintilər .....	119
<b>Məmmədova G.T., Əhmədov V.İ.</b> Amorf metallik ərintilərin alınma üsulları.....	120
<b>Nasiri F.M., Əhmədov F.Ş.</b> Amorf metallik ərintilərin maqnit xassələri	122
<b>Qədirov Q.İ., İsayeva A.Ə.</b> Fe-Si əsaslı amorf ərintilərin maqnit xassələri və onların transformatorlarda tətbiq imkanları.....	124
<b>Ağayeva R.N., Qədirova İ.R.</b> Kvant çuxuruna malik yarımqeçirici strukturlarda zonadaxili optik keçidlər.....	126
<b>G.G.Nasirova.</b> Photoelectric Effects in the CdS-AgIn <sub>5</sub> S <sub>8</sub> Structure.....	128
<b>Əhməd zadə L.R, Kazımsadə A.H.</b> Lazer şüalarının təsiri ilə İnSe kristallarında qeyri-xətti optik udulma hadisəsi.....	130
<b>Abbasova N.E., Qəhrəmanov N.F.</b> Zona əritməklə alınmış qidalandırıcının tətbiqi ilə $k < 1$ olduqda binar bərk məhlulların monokristallarının yetişdirilməsi .....	132

<b>Мамедова И.Т., Казымзаде А.Х.</b> Термическая нелинейность в GaSe при лазерном возбуждении .....	134
<b>Həsənova L.H., Z.M. Əliyeva.</b> CuIn <sub>5</sub> S <sub>8</sub> monokristalı əsasında hazırlanmış heteroqəçidin fotoqəçiriciliyi .....	136
<b>Abasova A.Z., Mehdiyeva S.M.</b> Şüalanmış CuInS <sub>2</sub> kristalının volt amper xarakteristikasının təyini .....	137
<b>N.F. Qəhrəmanov, S.P. Ələkbərova.</b> Termik işləmə nəticəsində n-tip GE-Sİ bərk məhlulları monokristalında donor mərkəzlərinin yaranması .....	139
<b>Həsənova L.H., Məhəmmədli T.E.</b> Cu <sub>3</sub> In <sub>5</sub> S <sub>9</sub> monokristalında fotoqəçiriciliyin sönməsi.....	141
<b>Baloqlanova X.M., Orucov A.K.</b> Qrafit monotəbəqəsi ilə örtülmüş passiv səthdə palladium atomlarının və KI molekulların birgə adsorbsiyası.....	143
<b>Axundova Ş.A., Orucov A.K.</b> NaCl kristalının işləmə enerjisinin hesablanması və dissosiasiya enerjisinin təyini .....	145
<b>Abbaszade J.M, Gasimova R.J.</b> The law of refraction in metamaterials .....	147
<b>Лалакишиев А.Б., Оруджов А.К.</b> Решение уравнение фика для диффузии атомов калия в иридий покрытой монослоем графита ....	148
<b>Abiyev Ə.S.</b> p-Si/n-Cd <sub>1-x</sub> Zn <sub>x</sub> S <sub>1-y</sub> Tey/Cd <sub>1-x</sub> Zn <sub>x</sub> O/TiO <sub>2</sub> heteroqəçidlərinin fotoelektrik xassələri.....	150
<b>Mehrabova M.A., Kazimova G.E.</b> Theoretical study of defects in CdMnTe .....	152
<b>Muradova Q.A, Ağayev M.N.</b> Paylanmış dəyişən tutumlu uzun boruda ionlaşma dalğasının xarakteri.....	153
<b>Həsənova M.H., Cəfərov M.Ə.</b> ZnS <sub>1-x</sub> Se{Mn} təbəqələrinin optik xassələri .....	155
<b>Əsgərova A.Ş., Cəfərov M.Ə.</b> ZnS{Co,Cr} nanoquruluşlu təbəqələrinin fotoelektrik xassələri .....	156
<b>Farziyeva S.H., Shirinova H.A.</b> SiO <sub>2</sub> /TiO <sub>2</sub> photonic crystals doped with rare earth elements .....	158
<b>Nəbiyev F.N., Novruzov N.Ə.</b> Текстурно-структурные особенности руд катехского месторождения .....	159
<b>Nəbiyev F.N., Novruzov N.Ə.</b> Геологическое строение азербайджанской части южного склона Большого Кавказа .....	160
<b>Qocayev E.M., Məmmədzadə N.F.</b> TlInTe <sub>2</sub> birləşməsinin bəzi tətbiqolunma sahələri .....	161
<b>Cabbarova P.E., Məmmədov V.U.</b> CdSTe/Si strukturunun fiziki xassələri .....	163

## BÖLMƏ 4

### FİZİKANIN TƏDRİSİ METODİKASI

<b>Əkbərov A.Q, Orucov A.K.</b> Dəyişən cərəyan bölməsinin izahlı-illüstrativ metodla tədrisi metodikası.....	166
<b>Hüseynova S.F., Məmmədov F.Ə.</b> Ümumtəhsil orta məktəb fizika kursunda“molekulyar fizika” bölməsinin didaktik prinsipləri .....	168
<b>Meherremova L.G., Shirinova H.A.</b> Magnetic materials in medicine.....	170
<b>Həməyəva N.E., Padarov X.İ.</b> XI sinifdə «öz-özünə induksiya ehq. maqnit sahəsinin enerjisi» mövzusunun əsas anlayışlarının mənimsənilməsində şagirdlərin mexanika bölməsinə aid biliklərindən istifadə.....	172
<b>Paşalı Z.Ə., Orucov A.K.</b> Məktəb fizika kursunda effektiv təcrübələrin nümayişi.....	174
<b>Ağazadə L.K., Cabbarova C.H.</b> Qaynanmış su ilə maraqlı nümayiş eksperimenti .....	176
<b>Алиммамедова Ш.Г., Гаджиева Л.С.</b> Атмосферное давление .....	178
<b>S.B.Abasova, R.Ş.Rəhimov.</b> İdeal qaz qanunlarına aid qrafik məsələlərin həlli .....	180
<b>Rəhimov R.Ş, Aslanova T.A.</b> Saxlanma qanunlarının tədrisinin kurikulum proqramı əsasında necə aparılması nümunəsində reallaşdırılacaq alt standartlar .....	181
<b>Səmədova X.E., Orucov A.K.</b> Təzyiq. Paskal qanununun təcrübi və nəzəri təsdiqi .....	182
<b>Kərimzadə G., Orucov A.K.</b> Yer in maqnit sahəsi .....	185
<b>Bağirova S.R., İ.N. İsmayılov.</b> Metallarda elektrik cərəyanının təbiətinə dair fundamental təcrübələr onların səmərəli tədrisində İKT-nin rolu .....	189
<b>S.E.Maxsudlu, C.İ.Hüseynov.</b> Ev şəraitində eksperimental məsələlərin həllinin fizikanın tədrisində yeri.....	190
<b>Məmmədli M.İ., Orucov A.K.</b> Məktəb fizika kursunda elektrodinamika bölməsinin xüsusiyyətləri.....	192
<b>Seyidova Ü.V., Nurullayev Y.Q.</b> Fizika fənninin tədrisində ekoloji məsələlər .....	194
<b>Seyidova Ü.V., Nurullayev Y.Q.</b> Zəncirvari nüvə reaksiyası bölməsinin tədrisində ekoloji amillər.....	196
<b>E. Məsimov, T. Musayeva.</b> Aqarozanın sulu məhluluna müxtəlif əlavələrin təsiri .....	198
<b>Məmmədova S.V., Əhmədov İ. S.</b> Nanohissəciklərin viruslara qarşı mübarizədə rolu.....	199

<b>L.K.Ağzadə, C.H.Cabbarov.</b> Yüngül kürəciyin hava axınında dayanıqlı qalması .....	201
<b>Hüseynova S.F., Məmmədov F.Ə.</b> Termodinamikanın fiziki əsaslarının yaranması.....	203
<b>Cəfərova M.S., Məmmədov S.C.</b> Məsələ həllinin əhəmiyyəti və onun tədris prosesində yeri .....	206
<b>Qədiyeva G.M., Lətifova S.S.</b> Fənlərarası əlaqənin növləri.....	208
<b>Qulamova G.M., Sadıqova S.R.</b> Elektrik sahəsi mövzusunun əsas qanun və anlayışlarının elmi-metodik analizi.....	210
<b>Səlimli X.Ə., Sadıqova S.R.</b> Fiziki nəzəriyyənin tədrisinin ümumi məsələləri .....	212
<b>Qasıмова İ.İ., Məmmədov S.C.</b> Orta ümumtəhsil məktəblərində fənlərarası inteqrasiyası probleminin həlli yolları.....	215
<b>Ahıyeva D.E., Dəmirov A.H.</b> Nəzəri konformasiya analizi metodu ilə dinorfinin $Arg^7$ -İle <sup>8</sup> –Arg <sup>9</sup> fraqmentinin bükülü formasın fəza quruluşunun öyrənilməsi.....	218
<b>Tağiyeva N.İ., Hüseynov N.Ə.</b> I tip seyfert qalaktikası NGC 7469-UN BVRI monitorinqi .....	220

Çapa imzalanıb: 27.09.2021  
Format 70x100 16/1. Ofset kağızı.  
Həcmi 14,25 ç.v.. Sayı 100

---

“Bakı Universiteti Nəşriyyatı”nda səhifələnilib.  
Bakı Dövlət Universitetinin mətbəəsində çap olunmuşdur.  
Bakı şəh., ak. Z. Xəlilov küç. 33  
Tel: (+99412) 538 87 39 / 538 50 16  
e-mail: bdumetbee@gmail.com  
www.bsu.edu.az