



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ

BAKİ DÖVLƏT UNIVERSİTETİ

Ümummilli Lider Heydər Əliyevin
anadan olmasının 98-ci ildönümünə
həsr olunmuş

GƏLƏCƏYİN ALİMLƏRİ

mövzusunda

Tələbələrin VI Respublika elmi konfransının



BAKİ-2021

MATERIALLARI

Bakı, 3 may 2021-ci il

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ**



**Ümummilli Lider Heydər Əliyevin
anadan olmasının 98-ci ildönümünə həsr olunmuş**

"GƏLƏCƏYİN ALİMLƏRİ"

mövzusunda

**TƏLƏBƏLƏRİN VI RESPUBLİKA ELMİ
KONFRANSININ**

MATERİALLARI

Bakı, 3 may 2021-ci il

BAKİ – 2021

Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 98-ci ildönümünə həsr olunmuş "Gələcəyin alimləri" mövzusunda tələbələrin VI respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 3 may 2021-ci il. Bakı: BDU, 2021. – 172 səh.

ISBN: 978-9952-546-17-0

© Bakı Dövlət Universiteti, 2021

KONFRANSIN TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ:

Sədr:

Əli Məmmədov

Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
II kurs tələbəsi; Fizika fakültəsi Tələbə Elmi
Cəmiyyətinin sədri

Sədr müavini:

Gülnoz Kərimzadə

Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
III kurs tələbəsi

Üzvlər:

Şəhla Hacıyeva

Fizika fakültəsinin elmi işlər üzrə dekan müavini

Zöhrab Ağamalıyev

Nanoaraşdırmalar ETM-in direktor müavini

Sara Rəhimzadə

Fizika Problemləri ETİ-nin böyük laborantı

Bənövşə Əsgərova

Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
IV kurs tələbəsi

Hüseyn Məmmədov

Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
IV kurs tələbəsi

Zərifə Paşalı

Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
IV kurs tələbəsi

Sənubər Hüseynli

Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
II kurs tələbəsi

KONFRANSIN PROQRAM KOMİTƏSİ:

Sədr:

Arif Orucov

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

Üzvlər:

Sədiyar Rəhimov

Fizika Problemləri ETİ-nin direktoru

Vüsal Məmmədov

Fizika fakültəsinin tədris işləri üzrə dekan müavini

Məhəmməd Məhərrəmov

Fizika fakültəsinin sosial məsələlər və tələbələrle iş
üzrə dekan müavini

Mustafa Muradov

Nanoaraşdırmalar ETM-in direktoru

Əhməd Abdinov

Fiziki elektronika kafedrasının müdiri

Eldar Məsimov

Maddə quruluşu kafedrasının müdiri

Rəna Qasımova

Optika və molekulyar fizika kafedrasının müdiri

Vaqif Salmanov

Yarımkəçiricilər fizikası kafedrasının müdiri

Məmməd Əliyev

Bərk cisimlər fizikası kafedrasının müdiri

Faiq Paşayev

Nanomaterialların kimyəvi fizikası kafedrasının
müdiri

Məmməd Rəcəbov

Nəzəri fizika kafedrasının müdiri vəzifəsini icra
edən

Eldar Ələkbərov

Ümumi fizika və fizikanın tədrisi metodikası
kafedrasının müdiri vəzifəsini icra edən

Kəmalə Alışeva

Astrofizika kafedrasının müdiri vəzifəsini icra
edən

Namiq Əhmədov

Fizika Problemləri ETİ-nin Biofizika şöbəsinin
müdiri

Mehdi Mahmudov

Bərk cisimlər fizikası kafedrasının dosenti

Bəxtiyar Paşayev

Optika və molekulyar fizika kafedrasının dosenti

Lalə Hacıyeva

Optika və molekulyar fizika kafedrasının dosenti

PLENAR İCLAS

NEYLON VƏ STRUKTURLAŞDIRILMIŞ SİLİSİUM ƏSASINDA TRIBOELEKTRİK GENERATORLAR

Məmmədov H.S., Kim.J *1, Güləhmədov O.G.1

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, IV kurs

¹Nanoaraşdırmalar mərkəzi

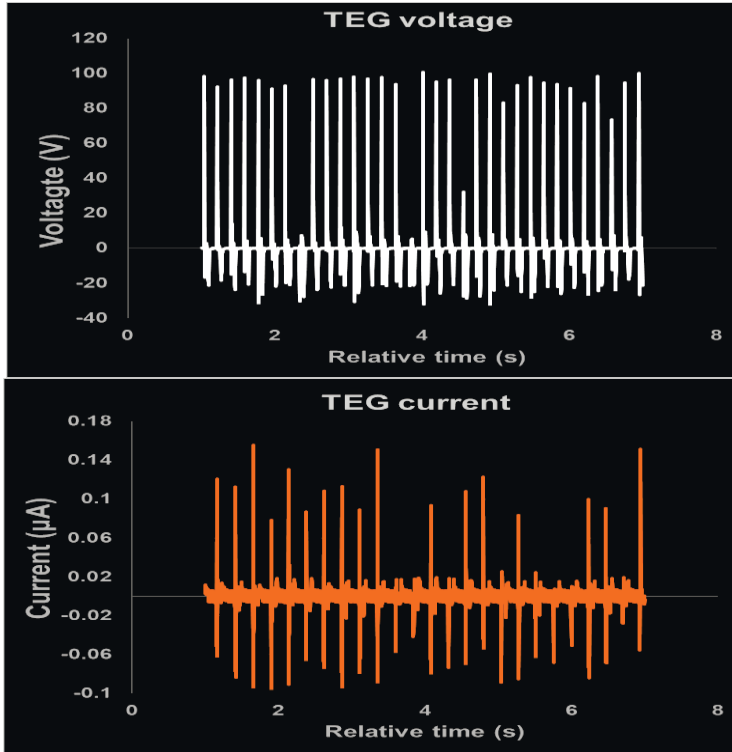
justjustinkim@gmail.com

Açar sözlər: Triboelektrik generator, dielektrik material, neylon, strukturlaşdırılmış silisium.

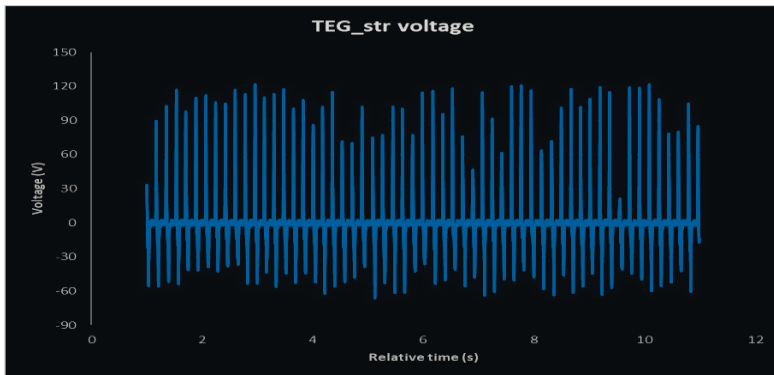
Müasir dövrdə yeni növ daşınabilən elektronik cihazların yaradılması, onların həyatın müxtəlif sahələrində istifadəsinə imkan verir. Bu tip cihazlar uzunmüddətli səyahətlərdə, həmçinin hərbi kəşfiyyatda istifadə oluna bilər. Bu halda belə qurğuların işlədilməsi üçün yeni tip qidalandırma mənbələrinin yaradılması vacib məsələlərdən biridir. Triboelektrik generatorlar (TEG) enerji generasiyası edən sistemlərdən biridir və digər enerji generasiya sistemlərinə nisbətən daha sadə işləmə mexanizminə malik olub gündəlik həyatda müxtəlif (mexaniki, külək, su dalğaları və s.) enerji mənbələrindən elektrik enerjisini generasiya edə bilər. TEG bir üzü müxtəlif metal elektrodlarla örtülmüş iki dielektrik materialdan ibarətdir. Dielektrik materiallar kontakta gətirilib ayrılan zaman elektrostatik induksiya hesabına onların səthində əks işarəli yüklər yaranır və nəticədə elektrodların səthində potensiallar fərqi əmələ gəlir.

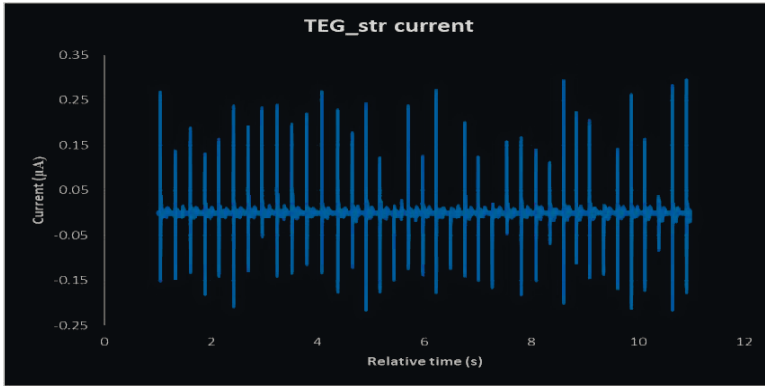
Bu tədqiqat işində dielektrik material kimi Neylon və Silikon, elektrod kimi isə alüminium folqadan istifadə olunmuşdur. Təcrübə müəyyən struktura malik və struktur olmayan Silikon ilə aparılmış, nəticələr aşağıdakı şəkillərdə göstərilmişdir. Şəkillərdən aydın olur ki, strukturlu Silikon

istifadə olunan zaman cərəyanın qiyməti iki dəfə, gərginlik isə 20V artmışdır. Buna səbəb səthi yük sıxlığının artması, nizamlı quruluş hesabına müqavimətin azalmasıdır. TEG-in cərəyan və gərginliyinin orta qiymətinə uyğun, orta gücün $P=25,6\text{mkVt}$ tərtibində olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Hazırlanmış sistem vasitəsilə ardıcıl şəkildə birləşmiş 80 ədəd LED-in işıqlandığı müşahidə olunmuşdur.



Şəkil 1. TEG-in gərginlik və cərəyanının zamandan asılılığı (neylon və strukturlaşdırılmamış silikon üçün)





Şəkil 2. TEG-in gərginlik və cərəyanının zamandan asılılığı (neylon və strukturlaşdırılmış silikon üçün)

Ədəbiyyat

1. Zhong Lin Wang ., Aurelia Chi Wang., “On the origin of contact electrification”, Materials Today ,Volume 30, 10, 2019, 34-51.
2. Feng-Ru Fan, Long Lin, Guang Zhu, Wenzhou Wu, Rui Zhang, Zhong Lin Wang ”Transparent Triboelectric Nanogenerators and Self-Powered pressure Sensors Based on Micropatterned Plastic Films” Nano Lett. 2012,6, 3109-3114.

ATOMIC ORBITALS OF OXYGEN ATOM

Suleymanli A.M., Rahimzade S.G.*¹, Pashayev F.H.*

Baku State University

Physics faculty, III course

¹*Institute for Physical Problems*

aytacsle@gmail.com

Key words: molecular orbitals, shielding parameters, Slater-type atomic orbitals.

Various properties of multi-electronic systems can be solved by applying quantum mechanics methods. To do this, the wave function of the system must be known. In a multi-electron system, the state of the electron is described by a wave function called the molecular orbital. Unlike atomic orbitals, molecular orbitals are multicenter function. To construct molecular orbitals, it is necessary to know analytical expression of the atomic orbitals of the atoms in the molecule.

$$U_i = \sum_{q=1}^m C_{qi} \varphi_q$$

C_{qi} coefficients can be found by solving the equations of the molecular orbitals method. φ_q is atomic orbital, the analytical expression of this is considered known.

The problem of finding the analytical expression of the atomic orbitals of the oxygen atom is considered in this work. The electron configuration of oxygen atom is $1s^2 2s^2 2p^4$. Looking at this configuration, the analytical expression of the 5 atomic orbital of the oxygen atom is calculated. These atomic orbitals are $1s$ -, $2s$ -, $2p_x$ -, $2p_y$ -, $2p_z$ -. Exponential functions are currently used as atomic orbitals. Such functions can be Gauss type atomic orbitals or Slater type atomic orbital. Slater type atomic orbital was used in this work. Calculations have shown that these orbitals well characterize the state of the electron in the valence band. Therefore, Slater functions are mainly used in the approximation of valence electrons. These functions can be both real and complex. The analytical expression for real Slater functions is as follows;

$$\varphi_{nlm}(\xi, \vec{r}) = \frac{(2\xi)^{n+\frac{1}{2}}}{\sqrt{(2n)!}} r^{n-1} e^{-\xi r} S_{lm}(\theta, \varphi)$$

Here S_{lm} is real spherical function. For finding value of ξ , firstly, the shielding parameter γ must be found. The value of γ parameter can be calculated according the rules given by Slater. The shielding parameter is as follows;

$$\gamma_{1s} = 0,30(N_{1s} - 1)$$

$$\gamma_{2s2p} = 0,85N_{1s} + 0,35(N_{2s} + N_{2p} - 1)$$

For oxygen atom the values of the shielding parameter are;

$$\gamma_{1s} = 0,30 \quad \gamma_{2s2p} = 3,45$$

Based on these values, let's calculate ξ parameter

$$\xi = \frac{Z - \gamma}{n}$$

According to this expression the exponential parameter has values for 1s-, 2s-, 2p_x-, 2p_y-, 2p_z-

$$\xi_{1s} = 7.7 \quad \xi_{2s2p} = 2.275$$

Based on the values of ξ , we obtain the following analytical expressions for the Slater functions;

$$\begin{aligned} \varphi_{1s}(\xi, \vec{r}) &= \frac{5,5 e^{-7,7r}}{\sqrt{\pi}} \\ \varphi_{2s}(\xi, \vec{r}) &= \frac{3,9re^{-2,275r}}{\sqrt{\pi}} \\ \varphi_{2p_x}(\xi, \vec{r}) &= \frac{8,6re^{-2,275r}}{\sqrt{\pi}} \sin \theta \cos \varphi \\ \varphi_{2p_y}(\xi, \vec{r}) &= \frac{8,6re^{-2,275r}}{\sqrt{\pi}} \sin \theta \sin \varphi \\ \varphi_{2p_z}(\xi, \vec{r}) &= \frac{8,6re^{-2,275r}}{\sqrt{\pi}} \cos \theta \end{aligned}$$

When these expressions are known, it is possible to construct MO. The determinant wave function of a multi-electron system is constructed on the basis of MO. This allows the theoretical application of the properties of the system.

References

1. Pashayev F.G., Gasanov A.G. Mathematical methods in atomic and molecular physics. Complex and real Slater functions.

ZƏİF ELEKTRİK SİQNALLARININ XARAKTERİNİN VƏ DƏYİŞMƏ QANUNLARININ ÖYRƏNİLMƏSİ

Məmmədov Ə.S., Orucov A.K.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs
mammadovali177@gmail.com*

Açar sözlər: osiloskop, ossilloqraf, kompüter, USB

Məlumdur ki, elektrik cərəyanının ossilloqrafa daxil edib açılışını almaq mümkündür. Bunun üçün ossilloqrafın X və Y girişinə cərəyan daxil etməyimiz lazımdır daha sonra həmin cərəyanın açılışını görmək mümkündür.

Bəs elə bir üsul varmı ki, zəif elektrik siqnalını daxil edib onun xarakterini və dəyişmə qanunu öyrənmək mümkün olsun.

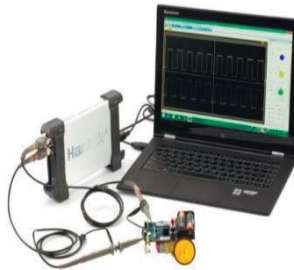
Son illər kompüter texnologiyasının inkişafı bu işdə bizə yaxından kömək olur. Bunun üçün istifadə olunan əsas qurğu PC osiloskopdur. Şəkil.1-də göründüyü kimi ossiloskopun giriş hissə-sinə 2 naqıl birləşdirilir. Bu naqillərin funksiyası elektrik siqnallarını osiloskopa daxil etməkdir. Çıxış hissəyə birləşdirilən USB isə elektrik siqnallarını kompüterə daxil etmək üçündür.

Daha ətraflı desək osiloskopa naqillər vasitəsi ilə daxil olan analoq siqnallar əsasən əsas element kimi ARÇ (analoq rəqəmsal siqnal çevirici) vasitəsi ilə rəqəmsal siqnala çevrilir və bu siqnallar USB vasitəsi ilə kompüterə verilir. Əvvəlcə kompüterdə “PC oscilloscope” mobil əlavəsi quraşdırılır. Sonra osiloskop və kompüterdən ibarət dövrə qurulur (şəkil.2) və giriş hissəyə birləşdirilən naqillər tədqiq etdiyimiz siqnal mənbəyinə birləşdirilir. Daha sonra kompüterdə quraşdırılan

“PC oscilloscope” proqramına daxil olaraq həmin siqnalın açılışını görə bilərik. Qeyd edək ki, biz tədqiq etdiyimiz siqnalın açılışını həmin proqram vasitəsi ilə kompüterin yaddaşında saxlaya bilərik. Bu üsulun əsas üstünlüyü zəif davamətmə müddəti çox kiçik siqnalların da tədqiq etmək mümkün olmasıdır.



Şəkil 1.



Şəkil 2.

Ədəbiyyat:

1. <https://www.perytech.com/USB-Oscilloscope.htm>
2. <https://www.allaboutcircuits.com/textbook/experiments/chpt-4/pc-oscilloscope/>
3. <https://www.electronics-notes.com/articles/test-methods/oscilloscope/usb-pc-based-oscilloscope.php>

BÖLMƏ I

NƏZƏRİ FİZİKA VƏ ASTRONOMİYA

KÜTLƏSİ ZAMANDAN ASILI SƏRBƏST KVANT ZƏRRƏCİYİNİN PROPAQATORU

Xəlilova G.N., Nağıyev Ş.M.*

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
Fizika İnstitutu, II kurs (magistrant)
gulbaharxelilova1998@gmail.com*

Kvant nəzəriyyəsinin əsas məsələlərindən biri fiziki sistemlərin zamana görə evolyusiyasını tədqiq etməkdir. Burada biz kütləsi $M(t)$ zamandan asılı olan sərbəst zərrəcik üçün propaqatoru (keçid ehtimalının amplitudunu) hesablayacağıq. Bunun üçün evolyusiya operatoru metodundan istifadə edəcəyik. Evolyusiya operatoru $U(t_2 - t_1)$ sistemin $\psi(t_1)$ başlanğıc halını hər hansı sonrakı zaman anındakı $\psi(t_2)$ halına çevirir.

$$\psi(t_2) = U(t_2 - t_1)\psi(t_1) \quad (1)$$

Sərbəst zərrəcik üçün $U(t)$ –nin ifadəsi ən sadə şəkildə malikdir:

$$U(t_2 - t_1) = e^{iS(t_2 - t_1)\partial_x^2}, S(t_2 - t_1) = \int_{t_1}^{t_2} \frac{dt'}{2M(t')} \quad (2)$$

Başlanğıc anda propaqator $K_F(x_2, 0; x_1, 0) = \delta(x_2 - x_1)$ şərtini ödədiyi üçün ixtiyari zaman anında

$$K_F(x_2, t_2; x_1, t_1) = \theta(t_2 - t_1)U(t_2 - t_1)\delta(x_2 - x_1) \quad (3)$$

kimi təyin olunur, burada $\delta(x_2 - x_1)$ – Dirak δ – funksiyasıdır, $\theta(t_2 - t_1)$ – Hevi-sayd funksiyasıdır, $M(t)=m=\text{const}$ olduqda $S(t_2 - t_1) = \frac{t_2 - t_1}{2m}$ olur, $\theta(t_2 - t_1)$ göstərir ki, $t_2 > t_1$ t_1 zərrəciyin başlanğıc, t_2 son anıdır. (2)-ni burada nəzərə alsaq taparıq ki,

$$K_F(x_2, t_2; x_1, t_1) = \frac{\theta(t_2 - t_1)}{\sqrt{4\pi i \hbar S(t_2 - t_1)}} e^{\frac{i(x_2 - x_1)^2}{4S(t_2 - t_1)}} \quad (4).$$

$K_F(x_2, t_2; x_1, t_1)$ propaqatoru t_1 anında x_1 nöqtəsində olan zərrəciyin, t_2 anında x_2 nöqtəsinə gəlməsi ehtimalının amplitududur. Bu propaqator zərrəciyə aid fiziki kəmiyyətlərin hesablanmasında istifadə oluna bilər.

Ədəbiyyat

1. R.P. Feynman, A.R. Hibbs, Quantum mechanics and path integrals (McGraw-Hill, New York, 1965)
2. Sh.M.Nagiyev, A.İ.Ahmadov, On the time evolution of quadratic quantum systems: evolution operators, propagators, invariants, (to be published in Theor. and Math. Phys.)

KOORDİNAT VƏ İMPULS TƏSVİRLƏRİNDƏ EVOLYUSİYA OPERATORUNUN QURULMASI

Xəlilova G.N., Nağıyev Ş.M.*

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası
Fizika İnstitutu, II kurs (magistrant)
gulbaharxelilova1998@gmail.com*

Açar sözlər: Evolyusiya operatoru, kvant sistemləri, propaqator.

Evolusiya operatoru metodu qeyri-relyativistik kvant mexanikası çərçivəsində zamandan asılı kvadratik kvant sistemlərinin xassələrini təsvir etmək üçün tətbiq oluna bilər. Baxılan kvant sistemlərinin xronoloji çözülmüş şəkildə evolyusiya operatorlarını qurmaq üçün, biz əvvəlcə inkişaf etdirdiyimiz sadə texnikanın köməyi ilə qeyri-stasionar Şredinger tipli müəyyən sinif diferensial və sonlu-fərq tənliklərinin həllini tapırıq. Evolyusiya operatorunu bilməklə biz propaqatorları, invariantları və dalğa funksiyalarını tapa bilərik.

Koordinat təsviri. Sadəlik üçün sərbəst zərrəcik və bircins dəyişən sahədəki zərrəcik üçün birölçülü Şredinger tənliyini nəzərdən keçiririk.

$$\hat{S}_F(x, t)\psi_F(x, t) = 0, \quad \hat{S}_F(x, t) = i\hbar\partial_t + \frac{\hbar^2}{2M(t)}\partial_x^2, \quad (1.1a)$$

$$\hat{S}_L(x, t)\psi_L(x, t) = 0, \quad \hat{S}_L(x, t) = i\hbar\partial_t + \frac{\hbar^2}{2M(t)}\partial_x^2 - F(t)x, \quad (1.1b)$$

Burada $M(t)$ dəyişən kütləli zərrəciyin kütləsidir, $F(t)$ isə sahədəki zərrəciyə təsir edən qüvvədir. Təkamül operatoru (1.1a) və (1.1b) müvafiq formalara malikdir

$$U_F(x, t) = e^{i\hbar S_2(t)\partial_x^2} \quad (1.2)$$

$$U_L(x, t) = e^{ix\delta(x)/\hbar} \exp\left\{-\frac{i}{\hbar} \int_0^t \frac{1}{2M(t')} [-i\hbar\partial_x + \delta(t')]^2 dt'\right\} = U_1(x, t)U_F(x, t) \quad (1.3)$$

$$U_1(x, t) = e^{i\varphi_0(x, t)} e^{-S_1(t)\partial_x}, \quad (1.4)$$

$$\delta(t) = \int_0^t F(t')dt', \quad \varphi_0(x, t) = \frac{x\delta(t) - S_0(t)}{\hbar}$$

$$S_0(t) = \int_0^t \frac{\delta^2(t')}{2M(t')} dt', \quad S_1(t) = \int_0^t \frac{\delta(t')}{M(t')} dt', \quad S_2(t) = \int_0^t \frac{dt'}{2M(t')} \quad (1.5)$$

$M(t) = m = \text{const}$ üçün ifadələrimiz var

$$S_0(t) = \frac{\delta_2(t)}{2m}, \quad S_1(t) = \frac{\delta_1(t)}{2m}, \quad S_2(t) = \frac{t}{2m}$$

$$\text{Burada } \delta_1(t) = \int_0^t \delta(t')dt', \quad \delta_2(t) = \int_0^t \delta^2(t')dt',$$

(1.1) bərabərliyinin həllərini simvolik formada təmsil edirik.

$$\psi_F(x, t) = U_F(x, t)\psi_0(x), \quad \psi_L(x, t) = U_L(x, t)\psi_0(x) \quad (1.6)$$

Burada $\psi_0(x)$ başlanğıc dalğa funksiyasıdır. Aydındır ki, fərqli sistem dalğa funksiyaları əldə etmək üçün fərqli $\psi_0(x)$ funksiyalar seçirik. (1.2) və (1.3)-dən belə çıxır ki, (1.4) tərəfindən verilən $U_1(x, t)$ operatoru sərbəst Şredinger tənliyinin (1.1a)

həllini Şredinger tənliyinin xətti potensial həllinə çevrilir və $U_1^{-1}(x, t)$ operatoru əks çevrilməni həyata keçirir.

$$\psi_L(x, t) = U_1(x, t)\psi_F(x, t), \quad \psi_F(x, t) = U_1^{-1}(x, t)\psi_L(x, t) \quad (1.7)$$

Şredinger operatorları $S_F(x, t)$ və $S_L(x, t)$ arasındakı əlaqə $S_F = U_1^{-1}S_LU_1$ və $S_L = U_1S_FU_1^{-1}$ dir.

İmplus təsviri .Şredinger tənliyini (1.1) implus -p təsvirində yazırıq.

$$S_F(p, t)\Phi_F(p, t) = 0, \quad S_F = i\hbar\partial_t - \frac{p^2}{2M(t)}$$

$$S_L(p, t)\Phi_L(p, t) = 0, \quad S_L = i\hbar\partial_t - \frac{p^2}{2M(t)} + i\hbar F(t)\partial_p \quad (1.8)$$

Bu təqdimatda (1.2) təkamül operatorunu vurma operatoru (1.3) təkamül operatorunu isə yerdəyişmə operatoru kimi yazı bilərik, yəni

$$U_F(p, t) = e^{-iS_2(t)p^2/\hbar}$$

$$U_L(p, t) = \exp\left\{-\frac{i}{\hbar}\int_0^t \frac{1}{2M(t')}\left[p - \delta(t) + \delta(t')\right]^2 dt'\right\} e^{-\delta(t)\partial_p} = U_1(p, t)U_F(p, t) \quad (1.9)$$

$$\text{Burada} \quad U_1(p, t) = e^{-i\varphi_1(p, t)} e^{-\delta(t)\partial_p} \\ \varphi_1 = \frac{S_0(t) + S_1(t)[p - \delta(t)]}{\hbar} \quad (1.10)$$

Evolusiya operatoru metodu inkişaf etdirilmiş və bu metodun köməyi ilə müəyyən olunmuşdur ki, qeyri-stasionar kvadratik sistemlər sərbəst zərrəciyə unitar ekvivalentdir. Buradan nəticə kimi o da alınır ki, ümumiyyətlə desək, kvadratik sistemlər öz aralarında bir-birilə unitar əlaqədardır. Bu cür əlaqələr, məsələn, sərbəst zərrəciyi xarakterizə edən fiziki kəmiyyətləri, parametrləri və dalğa funksiyalarını bilməklə, digər kvadratik sistemlərə aid göstərilən xarakteristikaları asanlıqla tapmağa imkan verir

Ədəbiyyat

1. R.P. Feynman, A.R. Hibbs, Quantum mechanics and path integrals (McGraw-Hill, New York, 1965)
2. Sh.M.Nagiyev, A.İ.Ahmadov, On the time evolution of quadratic quantum systems: evolution operators, propagators, invariants, (to be published in Theor. and Math. Phys.)

$H \Rightarrow \tau^- + \tau^+ + \gamma$ PARÇALANMASINDA γ -KVANTIN DAİRƏVİ POLYARLAŞMASI

Rəfiyeva M.Q., Abdullayev S.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
melek.refiyeva97@mail.ru

Açar sözlər: Hiqqs bozon, qamma kvant, dairəvi polyarlaşma

2012-ci ilin yayında Avropanın Nüvə Tədqiqatları mərkəzində ATLAS və CMS kollaborasiyaları tərəfindən aparılan təcrübələrdə Hiqqs bozon adlandırılan skalyar zərrəcik kəşf edildi [1,2]. Onun kəşfi ilə yüksək enerjili elementar zərrəciklər fizikasında yeni dövr başlandı. Hiqqs bozon neytral zərrəcikdir, kütləsi 125 QeV tərtibindədir, qeyri-stabildir və müxtəlif kanallar üzrə parçalanır. Onun əsas parçalanma kanallarından biri ağır fermion-antifermion cütünə parçalanmasıdır: $H \Rightarrow f + \bar{f}$. Hiqqs bozonun parçalanmasında yaranan fermion-antifermion cütü tərəfindən γ -kvant şüalandırıla bilər. Oudur ki, Hiqqs bozonun $H \Rightarrow f + \bar{f} + \gamma$ kanalı üzrə parçalanması mümkündür. Bu işdə Hiqqs bozonun tau lepton cütünə parçalanmasında yaranan γ -kvantın dairəvi polyarlaşması öyrənilmişdir.

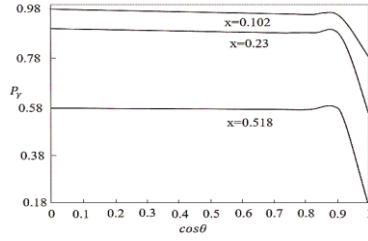
Lepton cütü uzununa, γ -kvant isə dairəvi polyarlaşdığı halda $H \Rightarrow \tau^- + \tau^+ + \gamma$ parçalanmasının diferensial eni üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır:

$$\frac{d\Gamma(\lambda_1, \lambda_2, \gamma)}{dx d(\cos\theta)} = \frac{A_0^2 M_H v}{2^{10} \pi^3 (1-x) (1-v^2 \cos^2\theta)} \{ (1 + \lambda_1 \lambda_2) (1 + x^2) (1 - v^2 \cos^2\theta) + s_\gamma (\lambda_1 + \lambda_2) (1 - x) [2xv^2 \sin^2\theta + (1-x)(1 - v^2 \cos^2\theta)] \} \quad (1)$$

burada $A_0 = -\frac{2\pi\alpha m_\tau}{M_W \sin\theta_w}$, λ_1 və λ_2 – leptonların spirallıqları, $s_\gamma = \pm 1 - \gamma$ -kvantın dairəvi polyarlaşması, θ – leptonların kütlə mərkəzi sistemində fotonla leptonun impulsarı arasındakı bucaq, x – lepton cütünün invariant kütləsi, v – leptonun sürətidir.

τ^- - və τ^+ - lepton cütünün spirallıqları eyni olmalıdır: $\lambda_1 = \lambda_2 = \pm 1$. Bu $H \Rightarrow \tau^- + \tau^+ + \gamma$ parçalanmasında tam momentin saxlanma qanunu ilə əlaqədardır. İkincisi, yalnız uzununa polyarlaşmış lepton və ya antilepton tərəfindən dairəvi polyarlaşmış γ -kvant şüalandırıla bilər.

(1)



Şəkil 1. $H \Rightarrow \tau^- \tau^+ \gamma$ parçalanmasında dairəvi polarlaşma dərəcəsinin $\cos\theta$ -dan asılılığı ($\lambda_1 = +1$)

düsturundan γ -kvantın dairəvi polarlaşma dərəcəsinə təyin edə bilərik:

$$P_\gamma = \lambda_1 \frac{(1-x)[2xv^2 \sin^2 \theta + (1-x)(1-v^2 \cos^2 \theta)]}{(1+x^2)(1-v^2 \cos^2 \theta)} \quad (2)$$

Ədəbiyyat

1. ATLAS Collaboration, Phys.Letters, 2012, V .B716, p.1-29
2. CMS Collaboration, Phys. Letters, 2012, V. B.716, p. 30-60

PLANETAR DUMANLIQLARIN MƏRKƏZİ ULDUZLARININ TEMPERATURUNUN ONLARIN TƏKAMÜLLƏRİNƏ TƏSİRİ

Sadıxlı R.F., Alışeva K.İ.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
ravanasadikhli@yahoo.com*

Bir çox mərkəzi ulduzların spektrinin çox isti olması məlumdur. Planetar dumanlıqların mərkəzi ulduzlarının spektrində layman kontinumunda yerləşən ionlaşmış heliumdan başqa çox geniş karbon və azotun emissiya xətləri vardır. Onların spektri çox isti Wolf-Raye tipli ulduzların spektrindən fərqləndirilmir, amma planetar dumanlığın mərkəzi ulduzu Wolf-Raye tipli obyektlərdən təqribən 100 dəfə zəifdir.

Planetar dumanlıqların mərkəzi ulduzlarının temperaturu Zanstra tərəfindən irəli sürülən bir metod ilə ionlaşmış helium və hidrogenin dumanlıqdakı emissiya xətlərinin intensivlikləri ilə müəyyən olunur. İonlaşmış heliumun xəttinin intensivliyi enerjisi 54 eV-dan çox olan fotonların sayı ilə müəyyən olunduğu halda, Hidrogen xətlərinin intensivliyi enerjisi 13.6 eV-dan çox olan fotonlarla bağlıdır. İki qrupdakı fotonların nisbi sayı əsasən temperaturdan asılıdır, çünki ulduzun temperaturu artdıqca spektrin maksimumu yüksək enerjiyə tərəf sürüşür. Buna görə də temperatur Hidrogen və Helium xətlərinin müşahidə olunan güclərindən müəyyən edilə bilər. Cavan planetar dumanlıqların mərkəzi ulduzları, yəni təkamülün ilkin mərhələlərində, nəhəng O və B spektral sinifli ulduzlar kimi istidir, lakin onların işıqlılıqları onlardan təqribən 10 dəfə azdır. Radiusları Günəş radiusu tərtibində olsa da, işıqlılığı Günəşdən 1000 dəfə çoxdur. Dumanlıq genişləndikcə mərkəzi ulduzun işıqlılığı və temperaturu artır, lakin radiusu dayanmadan azalır. İlkin genişlənmədən təqribən 5000 il sonra, Günəşdən təxminən 10.000 dəfə daha parlaq olduqda isə maksimum enerji istehsalına çatır. Bu ulduzun bir neçə milyard il yaşının çox kiçik bir hissəsidir. Ən isti mərkəzi ulduzun temperaturu 200000K-dən çoxdur və bu qaynar ulduzların temperaturundan beş dəfə çoxdur. Daha sonra ulduz soyumağa başlayır və təxminən 10000 il sonra çox sıx bir ağ cırtıdan ulduza çevrilir.

Ağ cırtıdan ulduzlar demək olar ki, bütün enerjilərini termonüvə reaksiyalarından yox, qeyd olunan sıxılmadan almalıdır.

Bu səbəblə, səthlərindəki incə qatdan başqa digər qatlarda demək olar ki, Hidrogen və Helium yoxdur.

Ədəbiyyat

1. Planetary nebulae and their central stars — origin and evolution by IckoIbenJr. January 1995
2. The Origin and Evolution of Planetary Nebulae by Sun Kwok 2007
3. The Nebular Spectroscopy: A Guide on Planetary Nebulae - Manuel Peimbert1 and Gloria Delgado-Inglada 2017
4. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/>
5. <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/132607/meta>

ZƏRRƏCİYİN XARİCİ MAQNİT SAHƏSİNDƏ HƏRƏKƏTİNİN TƏDQIQI

Yusifova A.A., Bəşirov M.M.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, III kurs

aysel.yusifova7@mail.ru

Açar sözlər: Günəş küləyi, kvant mexanikası.

Günəş küləyi Günəşdən qopan zərrəciklər selidir. Günəş tacının genişlənməsi nəticəsində zərrəciklərlə bərabər maqnit sahəsi də yayılır. Yüklü zərrəciklər seli olan bu külək Yer in maqnitofosferini deformasiya edir, qütb parıltıları yaradır, süni peyklərin, mobil rabitənin, radioəlaqənin işinə,bioloji obyektlərə təsir edir. Günəş küləyinin tədqiqi və bu səbəbdən zərrəciklərin xarici maqnit sahəsində hərəkətinin öyrənilməsi aktualdır. Günəş küləyində olan bütün prosesləri nəzərə almaqla onun öyrənilməsi çox çətin olardı. Sadəlik üçün aşağıdakı hala baxaq.

Günəş küləyinin maqnit sahəsində yayılmasının kvant-mexaniki tədqiqi. Günəş küləyi proton, elektron, bir qisim alfa zərrəcik və çox cüzi digər elementlərin atomlarından ibarətdir. Bir zərrəciyin-elektronun hərəkətinə baxacağıq.

Sadəlik üçün: $\vec{A}: A_x = -yB, A_y = A_z = 0, \text{rot}\vec{A} = \vec{B}$ (1).

Yalnız maqnit sahəsini nəzərə alırıq: skalyar potensial sıfıra bərabərdir, $\text{div}\vec{A}=0, eV=0$

Z oxunu maqnit sahəsinin induksiyası istiqamətində seçib, zərrəciyin spin maqnit momentinin xarici maqnit sahəsi ilə qarşılıqlı təsirini də nəzərə alaraq Hamilton operatorunu yazmaq:

$$\hat{H} = \frac{1}{2m} \left[\left(\hat{P}_x - \frac{eB}{c} \hat{y} \right)^2 + \hat{P}_y^2 + \hat{P}_z^2 \right] - \frac{\mu}{S} \hat{S}_z B \quad (2)$$

$$\left\{ \frac{1}{2m} \left[\left(\hat{P}_x + \frac{eB}{c} \hat{y} \right)^2 + \hat{P}_y^2 + \hat{P}_z^2 \right] - \frac{\mu \sigma B}{S} \right\} \psi = E \psi \quad (3)$$

$B \neq B(x, z)$. μ -maqnit momenti, $\vec{S}$ -spin momentidir. Koordinatlar X və P_x ilə, Z və P_z ilə kommutasiya etmir. Bu səbəbdən yazı bilərik:

$$\varphi(\vec{r}) = X(y) \exp \left[\frac{i}{\hbar} (P_x x + P_z z) \right] \quad (4)$$

$$\hat{P}_y^2 = -\hbar^2 \frac{\partial^2}{\partial y^2} \quad (5)$$

$$X''(y) + \frac{2m}{\hbar^2} \left[\left(E + \frac{\mu \sigma B}{S} - \frac{P_z^2}{2m} \right) - \frac{m}{2} \omega_H^2 (y - y_0)^2 \right] X(y) = 0 \quad (6)$$

$\omega_H = \frac{|e|B}{mc}$ tsiklik tezlikdir. Aşağıdakı işarələmə ilə

$$y_0 = -\frac{cP_x}{eB} \quad (7) \quad \varepsilon = E + \frac{\mu \sigma B}{S} - \frac{P_z^2}{2m}$$

$$X''(y) + \frac{2m}{\hbar^2} \left[\varepsilon - \frac{m}{2} \omega_H^2 (y - y_0)^2 \right] X(y) = 0 \quad (8)$$

Məsələn harmonik ossilyator halına gələcək.

$$\varepsilon = (n + \frac{1}{2})\hbar \omega_H,$$

Beləliklə xarici maqnit sahəsində hərəkət edən zərrəciyin enerjisi üçün alırıq

$$E = \frac{e\hbar B}{mc}(n + \frac{1}{2}) + \frac{p_z^2}{2m} - \frac{\mu\sigma B}{S} \quad (9)$$

Nəticə: Maqnit induksiyası istiqamətdə zərrəciyin hərəkəti sərbəstdir. İnduksiyaya perpendikulyar müstəvidə zərrəciyin enerji spektri diskretdir. Maqnit sahəsində zərrəciyin hərəkəti tarazlıq ətrafında rəqsi və spin hərəkətlərindən ibarətdir. Günəşdən uzaqlaşdıqca məxsusi fırlanma və dreyf hərəkəti enerjiləri irəliləmə hərəkətinə keçə bilər. Zərrəciyin enerjisində maqnit qarşılıqlı təsir rol oynayır.

Ədəbiyyat

1. Faik Sultanmurad oğlu Sadıxov “Kvant mexanikası kursu” İki cildə Bakı 2002 “Partonal S”, 296 səh.

ATOM ORBITALS OF NITROGEN ATOM

İsmayilova G.E., Rahimzade S.G.*¹, Pashayev F.H.*

Baku State University

Physics faculty, III course

¹*Institute for Physical Problems*

ismayilovagulcahan81@gmail.com

Key words: exponential parameter, Slater-type atomic orbitals, shielding parameter.

It is known that, the Schrödinger equation for molecules is solved by approximate methods. The most common of these methods is the molecular orbitals method. According to this method, the state of electron inside a molecule is described by one-electron wave function what is called the molecular orbital. According to MO LCAO method $U_i(\vec{r})$ molecular orbital is

$$U_i = \sum_{q=1}^m C_{qi} \chi_q$$

C_{qi} - are unknown coefficients that need to be found and these are found by solving the equations of the molecular orbitals method.

As can be seen, in order to know the analytical expression of molecular orbitals, the analytical expression of atomic orbitals must be known.

Currently, Slater functions are used as atomic orbitals. These functions give good results for the first and second period elements. The analytical expression for real Slater functions is as follows:

$$\chi_{nlm}(\xi, \vec{r}) = \frac{(2\xi)^{n+\frac{1}{2}}}{\sqrt{(2n!)}} r^{n-1} e^{-\xi r} S_{lm}(\theta, \varphi)$$

ξ - is called exponential parametr and its value can be calculated based on the Basis formula

$$\gamma_i = \sum_{j \neq i}^N \left\{ 1 + \left[\frac{3n_j^2 - l_j(l_j + 1)}{3n_i^2 - l_i(l_i + 1)} \right]^2 \right\}^{-\frac{3}{2}}$$

Based on this formula, let's calculate the values of the ξ parametr for the N atom. Electron configuration of the N atom is as following: $1s^2 2s^2 2p^3$. According to this configuration we use the atomic orbitals of atom N - $1s$ -, $2s$ -, $2p_x$ -, $2p_y$ -, $2p_z$ -.

The values of the shielding parameter corresponding to these atomic orbitals can be calculated based on the Basis formula.

$$\gamma_{1s} = 0.45326 \quad \gamma_{2s} = 3.533984 \quad \gamma_{2p} = 2.98932$$

The exponential parameter has expression is related with the shielding parameter;

$$\xi = \frac{Z - \gamma}{n}$$

For atomic orbitals the values of the exponential parameter are;

$$\xi_{1s} = 6.54674 \dots \xi_{2s} = 1.7308 \dots \xi_{2p} = 2.00534$$

Based on these values of ξ , the following expressions can be obtained for atomic orbitals :

$$\begin{aligned}\chi_{1s}(\xi, \vec{r}) &= \frac{17.1 r e^{-6.54674r}}{\sqrt{\pi}} \\ \chi_{2s}(\xi, \vec{r}) &= \frac{2.58 r e^{-1.7308r}}{\sqrt{\pi}} \\ \chi_{2p_x}(\xi, \vec{r}) &= \frac{6.98 r e^{-2.00534r}}{\sqrt{\pi}} \sin\theta \cos\varphi \\ \chi_{2p_y}(\xi, \vec{r}) &= \frac{6.98 r e^{-2.00534r}}{\sqrt{\pi}} \sin\theta \sin\varphi \\ \chi_{2p_z}(\xi, \vec{r}) &= \frac{6.98 r e^{-2.00534r}}{\sqrt{\pi}} \cos\theta\end{aligned}$$

MO can be constructed using known analytical expressions of atomic orbitals. This allows the theoretical calculation of various parameters of molecules.

References:

1. Pashayev F.G., Gasanov A.G. Mathematic methods in atomic and molecular physics.

İNFRAQIRMIZI SEL ÜSULU İLƏ α CMa (AI IV) ULDUZUNUN EFFEKTİV TEMPERATUR VƏ BUCAQ DİAMETRİNİN TƏYİNİ

Hacıyeva R.P., Səmədov Z.A.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
Elih77656@gmail.com*

İnfraqırmızı sel üsulu ilə ulduzların effektiv temperatur və bucaq diametrlərinin təyini tam selin və infraqırmızı dalğa uzunluğunda monoxromatik şüalanma selinin ölçülməsinə əsaslanır. Bu kəmiyyətlər, effektiv temperatur və bucaq diametrləri arasında aşağıdakı münasibətlər mövcuddur:

$$F_E = \theta^2/4 \cdot \sigma T_{\text{eff}}^4 \quad (1)$$

$$F_{E\lambda} = \theta^2/4 \cdot \varphi(T_{\text{eff}}, g, \lambda) \quad (2)$$

burada F_E və $F_{E\lambda}$ yerdə ölçülən, uyğun olaraq tam və λ - dalğa uzunluğunda monoxromatik şüalanma selləri, $\varphi(T_{\text{eff}}, g, \lambda)$ - λ - dalğa uzunluğunda ulduzun şüalandırdığı şüalanma seli, θ - radianlarla bucaq diametri, T_{eff} - effektiv temperatur, g - ulduzun səthində ağırlıq qüvvəsi təcili, σ - Stefan-Bolsman sabitidir.

$$F_E / F_{E\lambda} = R$$

işarə edək . (1) və (2) ifadələrinə görə

$$R = \sigma T_{\text{eff}}^4 / \varphi(T_{\text{eff}}, g, \lambda) \quad (3)$$

$\varphi(T_{\text{eff}}, g, \lambda) = \pi F(T_{\text{eff}}, g, \lambda)$ ulduz atmosferləri modelləri əsasında hesablanır.

(3) düsturu vasitəsilə baxılan dalğa uzunluqlarında $\lg R$ - in nanometrle qiymətləri hesablanmışdır . $\lg R$ – in müşahidə və nəzəri qiymətlərinin müqayisə edərək baxılan ulduzun effektiv temperaturlarını T_{eff} təyin edirik , sonra (3) ifadəsindən həmin ulduzun bucaq diametrləri θ (rad) hesablanır:

$$\theta = \sqrt{4 F_E / \sigma T_{\text{eff}}^4}$$

İnfraqırmızı sel üsulu ilə α CMa (AI IV) ulduzunun effektiv temperatur və bucaq diametri təyin edilmişdir. $T_{\text{eff}}=9850$ K, $\theta=6,03 \cdot 10^{-3}$

Ədəbiyyat

1. Kurucz, R. Model atmospheres for G, F, A, B and O stars // Aph.J. Suppl., –1979. vol.40, – p.1-340.
2. Kurucz, R.L. CD-ROM №13, ATLAS9 Stellar Atmosphere Programs and 2 km/s grid // Cambridge, Mass.: Smithsonian Astrophys.Obs., –1993.
3. Н.А. Сахибуллин. Методы моделирования в астрофизике Казань. Издательство « Фен » 2003
4. В.В. Соболев. Курс теоретический астрофизики Москва 1975

SEYFERT QALAKTİKASI NGC 3516-NIN 2017-2021-Cİ İLLƏRDƏ FOTOMETRİK MÜŞAHİDƏSİ

Rəhimli S.R., Hüseynov N.Ə.*

*AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının
II kurs (magistrant)
samira.rahimli.97@gmail.com*

Amerikan alimi Karl Seyfert 1943-cü ildə Seyfert qalaktikalarını ayrıca bir sinif kimi bəzi xüsusiyyətlərinə görə seçmişdir [1]. Seyfert bu qalaktikaların qeyri adi quruluşa və şüalanma spektrinə malik olmasını göstərdi. Son dövrlərdə aparılmış kosmik və yerüstü müşahidələr NGC 3516 qalaktikasının rentgen və optik oblastda parlaqlığının bir neçə saniyə, bir gecə və daha uzun müddət ərzində dəyişkən olmasını göstərdi [2]. NGC 3516 Seyfert qalaktikasının Hüseynov tərəfindən aparılmış UBVR süzgəclərində müşahidələri zamanı parlaqlığın bir gecə ərzində dəyişməsi və U süzgəcindən R -ə doğru maksumumların baş vermə anının gecikməsi effekti aşkar edildi [3]. Biz, Seyfert qalaktikası NGC 3516-nın 2017 -2021-ci illər ərzində BVRİ süzgəclərində fotometrik müşahidələrini aparmışıq. Müşahidələr müxtəlif vaxtlarda və müxtəlif intervalla AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının 60 sm-lik teleskopunda quraşdırılmış CCD fotometrə aparılmışdır. Alınmış müşahidə materialı MAXİM DL proqram paketi vasitəsilə işlənmişdir. Ölçmələr 4 pixel (8 saniyə) və 7 pixel (13,5 saniyə) diafraqmalarda aparılmışdır. A; C1 və 2; 3 ulduzlarından istifadə edilmiş [4], BVRİ süzgəclərində müxtəlif amplitudlu dəyişmələr aşkar edilmişdir. Müşahidə dövrü ərzində ən böyük dəyişmə 18 iyul 2017 və 16 may 2018 ci il tarixləri aralığında baş vermişdir. Parlaqlığın dəyişməsi BVİc və Rc süzgəclərində uyğun olaraq $0^m,36$; $0^m,28 \pm 0^m,005$; $0^m,07 \pm 0^m,003$ və $0^m,04 \pm 0^m,004$ ulduz ölçüsü civarında olmuşdur. 28 yanvar 2020 -ci il tarixdən 27 fevral 2020-ci il tarixədək dəyişmənin amplitudu BVİc və Rc süzgəclərində $0^m,175 \pm 0^m,005$; $0^m,08 \pm 0^m,003$; $0^m,06 \pm 0^m,004$ və $0^m,04 \pm 0^m,003$ uyğun olaraq tərtibində olmuşdur. Bundan başqa biz NGC 3516 Seyfert qalaktikasında bir gecə ərzində parlaqlığın dəyişməsini yoxlamaq üçün 19 fevral 2017, 9 may 2017 və 24 iyun 2020-ci il tarixlərdə 2 saat və ondan artıq müddətlərdə BVİcRc süzgəclərində baş verə biləcək dəyişmələri qeydə almaq üçün uzunmüddətli müşahidələrini aparmışıq. Qeyd etmək lazımdır ki, bu tarixlərində aparılmış fotometrik müşahidələr zamanı BVİcRC süzgəclərində $0^m,02 \div 0^m,03$ ulduz ölçüsündən böyük dəyişmələr müşahidə olunmamışdır.

2017-2021–ci il tarixlərdə BVRİc süzgəclərində alınmış fotometrik nəticələr I tip NGC 3516 Seyfert qalaktikasında fəal fiziki proseslərin getməsini göstərir.

Ədəbiyyat

1. Seyfert C., //Nuclear Emission in Spiral Nebulae. Astrophys. Journal, 97, p. 28-40, 1943.
2. Dan Maoz et al. //A Possible 100 Day X-Ray-to-Optical Lag in the Variations of the Seyfert 1 Nucleus NGC 3516. The Astronomical Journal, 2000, 119 119-125.
3. Гусейнов Н.А. //UBVR наблюдения сейфертовской галактики первого типа NGC 3516// Кинематика и физика небесных тел, № 6, стр. 98-101, 2009, Киев.

KLEYN-FOK-QORDON TƏNLİYİNİN RİNG-ŞAPED POTENSİALI ÜÇÜN ANALİTİK HƏLLİ

Mehdiyeva N.N., Əhmədov A.İ.*

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
Nurlanamehdiyeva7@gmail.com

Açar sözlər: dalğa tənliyi, dalğa funksiyası, enerji spektri, analitik həll

Ring-Şaped potensialı mərkəzi olmayan potensialdır. Mərkəzi olmayan potensial molekulların dinamikası, quruluşu və qarşılıqlı təsirin xassələri barədə mərkəzi potensiallara nəzərən daha çox informasiyaya malikdir və bu potensialları daxil etməklə dalğa tənliklərinin analitik və ədədi həlləri günümüzdə olduqca aktualdır. Ring-Şaped potensialı kvant kimyasında üzvi molekulları, məsələn benzin, həmçinin nüvə fizikasında deformasiya olunmuş nüvələri tədqiq edərkən geniş istifadə olunan potensiallardandır.

Bu baxımdan təqdim olunan işdə Kleyn-Fok-Qordon (KFQ) tənliyi Ring-Şaped potensialı üçün orbital kvant ədədinin $l \neq 0$ qiymətlərində analitik şəkildə həll edilmişdir. Enerji spektri və məxsusi funksiya üçün bütün mümkün olan hallarda analitik ifadələr tapılmışdır. Çünki belə hallar kvant sistemlərinin rəbitəli və davam edən rəbitəli hallarının qarşılıqlı təsirlərini təsvir etmək üçün geniş istifadə olunur.

Sferik koordinatlarda skalyar $S(r)$ və vektor $V(r)$ potensialları üçün Kleyn-Fok-Qordon tənliyi aşağıdakı formadadır [1,2]:

$$[-\nabla^2 + (M + S(r, \theta))^2] \psi(r, \theta, \phi) = [E - V(r, \theta)]^2 \psi(r, \theta, \phi) \quad (1)$$

burada E - nuklon sistemin relyativistik enerjisi, M - nuklon sistemin kütləsi, θ - polyar bucaq, ϕ - azimutal bucaq, $\hbar$ - isə Plank sabitidir.

Ring-Şaped potensialı aşağıdakı şəkildədir:

$$V(r, \theta) = \frac{\beta'}{r^2 \sin^2 \theta} + \frac{\beta \cos \theta}{r^2 \sin^2 \theta} \quad (2)$$

Stasionar halda $\psi(r, \theta, \phi)$ dalğa funksiyasını aşağıdakı formada dəyişənlərinə ayırma bilər:

$$\psi(r, \theta, \phi) = \frac{\chi(r)}{r} Y_{lm}(\theta, \phi) \quad (3)$$

(3) dalğa funksiyasını (2) tənliyində nəzərə alsaq onda alarıq:

$$\chi''(r) + \left[E^2 - M^2 + 2(MS(r) + EV(r)) + (V^2(r) - S^2(r)) - \frac{\lambda}{r^2} \right] \chi(r) = 0 \quad (4)$$

$$\Theta''(\theta) + \cos \theta \cdot \Theta'(\theta) + \left[\frac{-2}{\sin^2 \theta} \left(\frac{M + E}{M} (\beta' + \beta \cos \theta) + m^2 \right) + \lambda \right] \Theta(\theta) = 0 \quad (5)$$

Burada λ və m dəyişənlərə ayırma parametridir. Əvvəlcə (5) azimutal dalğa tənliyini həll edək. Bu tənliyi Nikiforov-Uvarov metodu ilə həll etmək üçün əvvəlcə onu aşağıdakı formada hiperhəndəsi tənlik formasına gətirmək lazımdır[3]:

$$u'' + \frac{\tilde{\tau}(z)}{\sigma(z)} u' + \frac{\tilde{\sigma}(z)}{\sigma^2(z)} u = 0. \quad (6)$$

Yeni $z = \cos\theta$ dəyişənini daxil edək. Onda (5) tənliyi aşağıdakı şəkildə olar

$$\Theta''(z) - \frac{2z}{1-z^2} \Theta'(\theta) + \frac{1}{(1-z^2)^2} [\lambda(1-z^2) - m^2 - \gamma(\beta' + \beta z)] \Theta(z) = 0 \quad (7)$$

(7) tənliyini (6) tənliyi ilə müqaisə etsək, onda alırıq:

$$\begin{aligned} \tilde{\tau}(z) &= -2z, \quad \sigma(z) = 1 - z^2 \\ \tilde{\sigma}(z) &= -\lambda z^2 - \lambda \beta z + (\lambda - m^2 - \gamma \beta') \end{aligned} \quad (8)$$

Nikiforov-Uvarov metodundan istifadə edərək azimut bucağından asılı olan $\pi(z)$ funksiyası üçün alırıq:

$$\pi(z) = \pm \sqrt{z^2(\lambda - k) + \gamma \beta z - (\lambda - \gamma \beta' - m^2 - k)} \quad (9)$$

Sabit k parametri aşağıdakı formada təyin olunur:

$$k_{1,2} = \frac{2\lambda - m^2 - \gamma \beta' - k}{2} \pm \frac{u}{2}, \quad u = \sqrt{(m^2 + \gamma \beta')^2 - \gamma^2 \beta^2} \quad (10)$$

Azimutal dalğa funksiyasını tapmaq üçün əvvəlcə çəki funksiyasını tapaq:

$$\rho = (1-z)^{B+C} (1+z)^{B-C}. \quad (11)$$

$\phi(z)$ funksiyası isə alırıq:

$$\phi(z) = (1-z)^{(B+C)/2} \cdot (1+z)^{(B-C)/2} \quad (12)$$

Beləliklə $y_n(z)$ funksiyası üçün alırıq:

$$y_n(z) = C_n (1-z)^{-(B+C)} \cdot (1+z)^{C-B} \frac{d}{dz} [(1-z)^{B+C+N} \cdot (1+z)^{B-C+N}] \quad (13)$$

Yakobi çoxhədlilərindən istifadə etsək azimutal dalğa funksiyasını aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$\frac{d}{dz} [(1-z)^{B+C+N} \cdot (1+z)^{B-C+N}] = (-1)^N 2^N (1-z)^{B+C} \cdot (1+z)^{B-C} P_N^{(B+C, B-C)}(z) \quad (14)$$

Beləliklə, $\Theta_n(z)$ funksiyası üçün alırıq:

$$\Theta_n(z) = C_n (1-z)^{(B+C)/2} \cdot (1+z)^{(B-C)/2} P_N^{(B+C, B-C)}(z) \quad (15)$$

C_N normallaşma sabiti normallaşma şərtindən tapılır və aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$C_N = \sqrt{\frac{(2N+2B+1)\Gamma(N+1)\Gamma(N+2B+1)}{2^{2B+1}\Gamma(N+B+C+1)\Gamma(N+B-C+1)}} \quad (16)$$

Enerji spektri isə aşağıdakı analitik ifadə ilə təyin olunur:

$$E_n = M \left[1 - \frac{8\beta^2}{[1 + 2n + \sqrt{1 + 4[1 + k - 4M\beta' + \gamma(k + \gamma)]^2}]^2} \right] \quad (17)$$

Burada

$$\gamma = \sqrt{m^2 + 2\sqrt{2M}\beta'}.$$

Ədəbiyyat

1. Greiner W., Relativistics Quantum Mechanics, 3ed (Berlin, Springer, 2000).
2. Bagrov V. G., Gitman D. M., Exact Solutions of Relativistic Wave Equations (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990).
3. Nikiforov A. F. and Uvarov V. B., Special Functions of Mathematical Physics, (Basel 1988).

$H \rightarrow f\bar{f}\gamma$ PARÇALANMASINDA γ -KVANTIN XƏTTİ POLYARLAŞMASI

Misirova S.V., Abdullayev S.Q.*

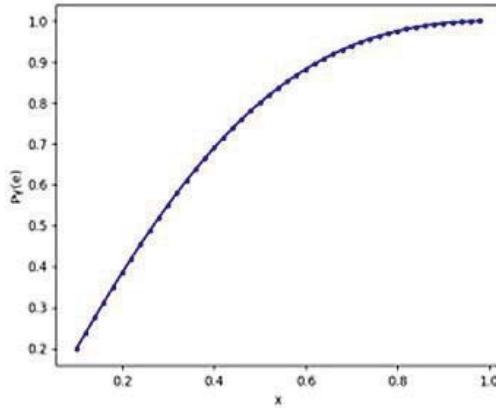
Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
sabinamisirova04@gmail.com

Açar sözlər: γ kvant, fermion cütü, Higgs bozon, xətti polyarlaşma

Elementar zərrəciklər fizikasının müasir nəzəriyyəsi $SU_L(3) \times SU_L(2) \times U_Y(1)$ lokal kalibrəlmə nəzəriyyəsinə əsaslanan Standart Modeldir. Bu nəzəriyyənin ən mühüm müddəalarından biri skalyar Higgs bozon zərrəciyinin təbiətdə mövcud olmasını əvvəlcədən söyləməsidir. 2012-ci ildə Avropanın nüvə tədqiqatları mərkəzində qurulan Böyük Hadron Kollayderi (BHK) adlanan sürətləndiricidə aparılan təcrübələrdə Higgs bozonu aşkarladılar. Bu yeni zərrəcik ATLAS və CMS kollaborasiyaları tərəfindən eyni vaxtda tapılmışdır. { 1.2. }

Skalyar Higgs bozon müxtəlif kanallar üzrə parçalanır. Higgs bozonun parçalanma kanallarından biri də onun ağır fermion cütünə parçalanmasıdır: $H \rightarrow f + \bar{f}$, burada $f\bar{f}$ cütü $\tau\bar{\tau}$ lepton cütü, $c\bar{c}$ və $b\bar{b}$ kvark cütləri ola bilər. Higgs bozonun $H \rightarrow f + \bar{f}$ parçalanmasında fermion cütü tərəfindən γ kvant şüalandırıla bilər : $H \rightarrow f + \bar{f} + \gamma$.

Fermion cütünün kütlə mərkəzi sistemində ($\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = 0$) Higgs bozonla γ -kvant eyni impulsa malik olur. Z oxunu γ -kvantın impulsu istiqamətinə yönəldək, onda fermionun çıxış istiqamətini polyar θ və azimut φ bucaqları ilə müəyyən edə bilərik. Qamma kvantın xətti polyarlaşma vektoru $\vec{e}$ X və Y oxu istiqamətinə yönəldə bilərik. Bu hallarda $H \rightarrow f + \bar{f} + \gamma$ prosesinin diferensial eni aşağıdakı düsturlarla verilir:



$$\frac{d\gamma(\vec{e}_x)}{dx d\Omega} \sim \frac{M_H}{(1-x)(1-v^2 \cos^2 \theta)} [4xv^2 \sin^2 \theta \cos^2 \varphi + (1-x)^2 (1-v^2 \cos^2 \theta)]$$

$$\frac{d\gamma(\vec{e}_y)}{dx d\Omega} \sim \frac{M_H}{(1-x)(1-v^2 \cos^2 \theta)} [4xv^2 \sin^2 \theta \sin^2 \varphi + (1-x)^2 (1-v^2 \cos^2 \theta)]$$

Burada ν -fermionun sürəti, x -fermion cütünün invariant kütləsidir. Qamma kvantın xətti polyarlaşma dərəcəsi

$$P_\gamma(x, \cos \theta) = \frac{2xv^2 \sin^2 \theta \cos 2\varphi}{2xv^2 \cos^2 \theta + (1-x)^2(1-v^2 \cos^2 \theta)}$$

ifadəsi ilə təyin edilir.

Şəkildə $H \rightarrow \tau^- + \tau^+ + \gamma$ prosesində γ -kvantın xətti polyarlaşma dərəcəsinin x dəyişənindən asılılıq qrafiki verilmişdir.

Ədəbiyyat

1. ATLAS Collaboration, Phys.Letters, 2012, V.B716, p.1-29.
2. CMS Collaboration, Phys.Letters, 2012, V.B716, p.30-60.

PLANETAR DUMANLIQLARIN DİNAMİK YAŞLARI VƏ MƏRKƏZİ ULDUZLARIN RADIUSLARI

Əsgərova B.E., Əlili A.H.*

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, IV kurs (bakalavr)
benovshe.esgerova@gmail.com

Açar sözlər: planetar dumanlıqlar, dumanlıqların genişlənməsi, dumanlıqların təkamülü, dinamik yaş.

Planetar dumanlıqların yaranması ulduzların böyük əksəriyyətinin təkamülünün bir mərhələsidir. Planetar dumanlıqlar ulduzlararası mühitə maddə daşıyıcısı hesab olunduqlarına görə onların təkamülü hər zaman astrofizikanın aktual məsələlərindən biri sayılır. Belə ki, bu obyektlərin təkamülünün tədqiqi ulduzların, eləcə də, bütövlükdə Qalaktikamızın təkamülü barədə təsəvvürləri formalaşdırır.

Planetar dumanlıqların təkamülü birbaşa onların mərkəzi ulduzlarından asılıdır. Belə ki, nəzəriyyəyə görə təkamül müddəti ərzində ($10^4 \div 10^5$ il) mərkəzi ulduzun radiusu 10 dəfəyədək azalmalıdır. Bu müddət ərzində isə mərkəzi ulduzu əhatə edən qaz örtüyü isə dayanmadan genişlənərək tamamilə yox olmalıdır.

İşdə Layman seriyası sərhəddində optik qalın dumanlıqların dinamik yaşları, eləcə də, mərkəzi ulduzların radiusları hesablanmışdır.

$$R_*^2 \sum_{n=0}^{\infty} e^{-(n+1)x_0} \left[\frac{x_0^2}{n+1} + \frac{2x_0}{(n+1)^2} + \frac{2}{(n+1)^3} \right] = \frac{1.9 \cdot 10^{14}}{T_*^3} \left[\frac{E(H_{\alpha})}{\nu_{23}} + 2 \frac{E(H_{\beta})}{\nu_{24}} + \frac{E(H_{\delta})}{\nu_{26}} + \right. \\ \left. + \frac{E(H_{\gamma})}{\nu_{25}} + \frac{E(H_{\epsilon})}{\nu_{27}} + \frac{E(H_8)}{\nu_{28}} + \frac{E(H_9)}{\nu_{29}} + \frac{E(H_{10})}{\nu_{210}} \right] \quad (1)$$

[1] görə radiuslar hesablanmışdır. Burada $x_0 = \frac{h\nu_o}{kT_*}$, ν_o -Layman seriyası

sərhəddində tezlik, T_* -dumanlığın mərkəzi ulduzunun temperaturudur. Daha sonra seçilmiş 50-ə yaxın planetar dumanlıqların dinamik yaşları məlum $d = R/V_{exp}$ ifadəsinə əsasən hesablanmışdır. Burada R-dumanlığın radiusu, V_{exp} - isə mərkəzi ulduzu əhatə edən qaz örtüyünün genişlənmə sürətidir.

Hesablamalardan mərkəzi ulduzların radiuslarının ($6 \cdot 10^{-3} \div 10^{-1}$) R_0 intervalında (burada R_0 – Günəşin radiusudur), dumanlıqların dinamik yaşlarının isə ($750 \div 6 \cdot 10^4$) il intervalında dəyişdiyi məlum olmuşdur. Bundan əlavə hesablanmış radiuslarla dinamik yaş arasında radius kiçildikcə dinamik yaşın artması ilə müşayət olunan asılılıq alınmışdır. Belə ki, ən cavan planetar dumanlığın mərkəzi ulduzunun radiusu və genişlənmə sürəti daha böyükdür. Ən yaşlı dumanlığın mərkəzi ulduzunun radiusu və genişlənmə sürəti isə daha kiçikdir. Məlumdur ki, dumanlıq təkamül etdikcə onun genişlənmə sürəti azalır. Beləliklə də, planetar dumanlıqların təkamülünə aid verilmiş nəzəriyyənin hesablamalarımızda

öz təsdiqini tapması bir daha mərkəzi ulduzun radiusları üçün alınmış ifadənin düzgünlüyünü təsdiq edir.

Ədəbiyyat

1. К.И.Алышева, Определение важных параметров планетарных туманностей новыми методами. Диссертация на соис.ученой степени кандидата физ.-мат.наук, Баку, 2002, с.122.
2. M. Perinotto and etc. The evolution of planetary nebulae, A&A 414, 993–1015 ESO (2004) DOI: 10.1051/0004-6361:20031653
3. Arsen R. Hajian and etc. An atlas of [NII] and [OIII] images and spectra of planetary nebulae. The Astrophysical Journal Supplement Series, 169:289Y327, 2007

SƏRT DİVAR MODELİNDƏ NÜVƏ MÜHİTİ

Qardaşov A.M., Məmmədov Ş.Ə.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)

aslanbeyqardasov22@gmail.com

Açar sözlər: Holoqrafik QXD, nüvə maddəsi

Sərbəstlik fazasında kvark maddəsinin konfayn-ment mərhələsində nüvə maddəsinə təsvir etmək üçün Evklid Eynşteyn-Yanq-Mills təsirini aşağıdakı kimi yazırıq:

$$S = \int d^5x \sqrt{G} \left[\frac{1}{2k^2} (-\mathcal{R} + 2\Lambda) + \frac{1}{4g^2} \text{Tr} F_{MN} F^{MN} \right] \quad (1)$$

Burada

$$F_{MN} = \partial_M A_N - \partial_N A_M - ig[A_M, A_N], \quad A_M = A_M^a T^a$$

Proton və neytronu təsvir etmək üçün iki rayihəli ($N_f = 2$) hala baxırıq. Adətən, daxili kalibrəlmə sahəsinin diaqonal elementlərinin sərhəd qiymətləri A_0^0 və A_0^3 uyğun olaraq kvark və izospin kimyəvi potensialına uyğun müəyyən mənalara malikdirlər. Beləliklə, proton və neytronu təsvir etmək üçün A_0^0 və A_0^3 -ı tapmaq kifayətdir. Burada yuxarı və aşağı indekslər fəza-zaman və rayihə qrupunu göstərir. Bu halda, daxili kalibrəlmə sahəsinin diaqonal olmayan elementləri kalibrəlmə nəzəriyyəsinin mezonlarını təsvir edən fluktuasiyalar kimi hesab etmək olar. $A_M^u \equiv (A_M^0 + A_M^3)$ və $A_M^d \equiv (A_M^0 - A_M^3)$ daxil etsək, yeni daxil edilmiş kalibrəlmə sahəsinin zaman komponenti u və d kvarkları təsvir edə bilər. Təsinin (1) ifadəsi u və d kvarklar üçün aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$S = \int d^5x \sqrt{G} \left[\frac{1}{2k^2} (-\mathcal{R} + 2\Lambda) + \frac{1}{16g^2} F_{MN}^u F^{uMN} + \frac{1}{16g^2} F_{MN}^d F^{dMN} \right] \quad (2)$$

Burada, kalibrəlmə qrupu $U(2)$ -dən $U(1) \times U(1)$ -ə parçalanır və onların sahə gərginlik tenzoru Abel qrupu üçün olduğu kimi olur:

$$F_{MN}^\alpha = \partial_M A_N^\alpha - \partial_N A_M^\alpha, \quad \alpha = u, d \quad (3)$$

Onda, Eynşteyn və Maksvel tənlikləri aşağıdakı şəkli alar:

$$\begin{aligned} & \mathcal{R}_{MN} - \frac{1}{2} g_{MN} \mathcal{R} + g_{MN} \Lambda \\ &= \frac{k^2}{4g^2} \sum_{\alpha=u,d} \left[g^{PQ} F_{MP}^\alpha F_{NQ}^\alpha - \frac{1}{4} g_{MN} F_{PQ}^\alpha F^{\alpha PQ} \right], \\ & \frac{1}{\sqrt{G}} \partial_M \sqrt{G} g^{MP} g^{NQ} F_{PQ}^\alpha = 0. \quad (4) \end{aligned}$$

Bu ifadə iki $U(1)$ yükə malik olan Eynşteyn-Maksvel nə-zəriyyəsi üçün adi hərəkət tənliyidir. Beləliklə, bu tənliyin ən ümumi həllinin Reissner-Nordström AdS (RNAdS) qara dəlik olduğunu söyləyə bilərik:

$$ds^2 = \frac{R^2}{z^2} \left(f(z) dt^2 + \frac{1}{f(z)} dz^2 + d\vec{x}^2 \right) \quad (5)$$

u və d kvarkları təsvir etmək üçün kalibrəlmə sahəsinin zaman komponentini yalnız z koordinatdan asılı olaraq qəbul edirik:

$$A_0^\alpha = A_\alpha(z), \quad A_i^\alpha = 0 \quad (\alpha = u, d \text{ və } i = 1, 2, 3) \quad (6)$$

Onda, Maksvel tənliyinin həlli aşağıdakı kimi verilir:

$$A_\alpha(z) = i(\mu_\alpha - Q_\alpha z^2) \quad (7)$$

Kalibrəlmə nəzəriyyəsi baxımından μ_α və Q_α kimyəvi po-tensial və u və d kvarkların say sıxlığı kimi baxıla bilər.

Ədəbiyyat

1. Chanyong Park. Holographic symmetry energy of nuclear matter. / Physics Letters B (2012), p. 325-326
2. B.-H.Lee, S.Mamedov, S.Nam, C.Park. Holographic meson mass splitting in the Nuclear JHEP 08 (2013) 045

e^-e^+ -TOQQUŞMASINDA HİQQS BOZONUN VEKTOR BOZON TƏRƏFİNDƏN ŞÜALANMASI

Məsimova D.U., Qocayev M.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
macidqocayev@bsu.edu.az

Açar sözlər: Standart model (SM), skalyar və vektor bozon, fermion cütü, Vaynberg parametri.

Böyük Adron Kollayderində ATLAS və CMS kollaborasiyaları tərəfindən 2012-ci ildə SM-in öncədən söylədiyi Hiqqs bozon təcrübədə tapıldıqdan sonra bu zərrəciyin müxtəlif yaranma və çevrilmə kanallarının nəzəri öyrənilməsinə maraq xeyli artmışdır.

İxtiyari polyarlaşmış elektron-pozitron toqquşmalarında skalyar Hiqqs bozon və uzununa polyarlaşmış yüngül fermion cütünün doğulması

$$e^-(p_1, s_1) + e^+(p_2, s_2) \rightarrow (Z^*) \rightarrow H(k) + f(q_1, h_1) + \bar{f}(q_2, h_2), (1)$$

prosesinin (mötərizədə zərrəciklərin müvafiq olaraq 4-ölçülü impulsarı və spirallıqlar göstərilmişdir) Hiqqs bozonun vektor bozon tərəfindən şüalanmasına uyğun Feynman diaqramına (şək. 1) uyğun matrisa elementi

$$M = i \left(\frac{e}{2 \sin \theta_w \cos \theta_w} \right)^2 g_{ZZH} D_Z(s) D_Z(xs) \cdot \bar{v}(p_2, s_2) \gamma_\mu \times \\ \times [g_L(e)(1 + \gamma_5) + g_R(e)(1 - \gamma_5)] u(p_1, s_1) \times \\ \times \bar{u}(q_1, h_1) \gamma_\mu [g_L(f)(1 + \gamma_5) + g_R(f)(1 - \gamma_5)] v(q_2, h_2) \quad (2)$$

şəklində yazılır. Bu matrisa elementi əsasında (1) prosesinin diferensial effektiv kəsiyi üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır:

$$d\sigma = \frac{N_C}{96\pi} \left(\frac{\alpha_{QED}}{x_w(1-x_w)} \right)^3 M_Z^2 s k_H dE_H |D_Z(s)|^2 |D_Z(xs)|^2 \times \\ \times [g_L^2(f)(1-h_1)(1+h_2) + g_R^2(f)(1+h_1)(1-h_2)] \times \\ \times \left\{ [g_L^2(e)(1-\lambda_1)(1+\lambda_2) + g_R^2(e)(1+\lambda_1)(1-\lambda_2)] \times \right. \\ \left. \times \left(2x + \frac{k_H^2}{s} \sin^2 \theta \right) - 2g_L(e)g_R(e) \frac{k_H^2}{s} \eta_1 \eta_2 \sin^2 \theta \cos(2\varphi - \Phi) \right\}. \quad (3)$$

Burada λ_1 və λ_2 (η_1 və η_2) – elektronun və pozitronun spirallıqları (spin vektorlarının eninə komponentləri),

$$g_{ZZH} = \frac{eM_Z}{\sin \theta_w \cos \theta_w}$$

– ZZH təpəsinə uyğun əlaqə sabiti,

$$D_Z(s) = (s - M_Z^2 + iM_Z\Gamma_Z)^{-1}, \quad D_Z(xs) = (xs - M_Z^2 + iM_Z\Gamma_Z)^{-1},$$

M_Z və Γ_Z – Z^0 -bozonun kütləsi və parçalanmasının tam eni, $s = (p_1 + p_2)^2$

– k.m.s.-də e^-e^+ -cütünün tam enerjisinin kvadratı, $g_L(e)$ və $g_R(e)$ ($g_L(f)$ və $g_R(f)$) – elektronun (fermionun) Z -bozonla sol və sağ əlaqə sabitləri:

$$g_L(e) = -\frac{1}{2} + x_W, \quad g_R(e) = x_W, \quad g_L(f) = I_3(f) - Q_f x_W, \quad g_R(f) = -Q_f x_W, \quad x_W = \sin^2 \theta_W -$$

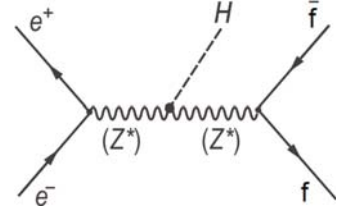
Vaynberq parametri, $I_3(f)$ və Q_f – izospinin

üçüncü proyeksiyası və fermionun elektrik yükü, θ – Hiqqs bozonun elektronun impulsuna nəzərən uçuş bucağı, N_C – rəng vuruğu ($N_C=1$ – lepton cütünün doğulmasına, $N_C=3$ – kvark cütünün doğulmasına uyğundur), x – fermion cütünün s vahidlərində invariant kütləsi:

$$x = \frac{(q_1 + q_2)^2}{s} = 1 - \frac{2E_H}{\sqrt{s}} + \frac{M_H^2}{s}, \quad E_H \text{ və } M_H - \text{skal-}$$

yar H bozonun enerjisi və kütləsidir.

Tədqiqatın növbəti mərhələlərində prosesin effektiv kəsiyinin və polarizasiya xarakteristikalarının skalyar bozonun enerjisindən, uçuş bucağından asılılığı öyrənilmiş, nəticələr qrafik təsvir olunmuşdur.



Şək. 1

BÖLMƏ II

MOLEKULYAR FİZİKA VƏ İSTİLİK FİZİKASI

PENTAPEPTİD FRAQMENTİN FƏZA QURULUŞUNUN ÖYRƏNİLMƏSİ

Rəsulova F.N., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, IV kurs

abbasova1962@mail.ru

Təbii peptid molekulları yüksək spesifikliyi, kiçik konsentrasiyalarda belə təsir göstərmək qabiliyyətinə malikdirlər. Bu xassə liqand və ona uyğun reseptorun mütəhərrik konformasiyaları ilə təyin olunur. Qarşılıqlı təsirdə olan molekulaların sterik cəhətdən uyğunluğu fəza quruluşunun spesifikliyi ilə, peptid molekulunun dinamik konformasiyalarının xassələri izah olunur. Peptid molekulunun kimyəvi quruluşu və konformasiya xassələri arasında asılılıqlar təyin olunmuşdur ki, bu da peptid molekulunun funksiyalarını öyrənmək üçün zəruridir. Verilmiş işdə tədqiq edilmiş peptid fraqmenti lazımı peptidlərdəndir.

Tyr 1 – Ala 2 – Gly 3 – Ala 4 – Val 5 -NHC α fraqmentinin optimal konformasiyalarını təyin etmək üçün əvvəlcə Tyr 1 və Val 5-in yan zəncirinin bükülmüş f f f f şeypinin R R R R R formasına baxılmışdır. Bu zaman Tyr 1 və Val 5-in yan zəncirinin üç maksimum vəziyyətində R R R R R formalarının doqquz konformasiyası hesablanmışdır. Hesablamalar göstərmişdir ki, Tyr 1 və Val 5 – in bükülmüş yan zəncirin ffff şeypi üçün $\chi^1=180^\circ$ qiyməti üçün bir konformasiya hesablanmışdır. Əgər trozin və valinin əsas zənciri R formadadırsa, onda Tyr 1 və Val 5 yan zəncirinin ikiüzlü bucaqları 180° -yə yaxın qiymət alır.

İkinci etapda N-tərəf pentapeptid fraqmentin Tyr 1 və Val 5-in yan zəncirinin optimal vəziyyətlərində e e e e açılmış şeypinə uyğun B B B B B formaları təyin edilmişdir. Burada Tyr 1 və Val 5 yan zəncirlərinin ($\chi^1=60^\circ$, 180° və -60°) mümkün qiymətlərində hesablamalar aparmaqla, uyğun kombinasiyalar qurulmuşdur. Hesablamalar göstərmişdir ki, e e e e açılmış şeypin B B B B B formasında Tyr 1 yan zəncirinin $\chi^1=180^\circ$, Val 5-in $\chi^1=-60^\circ$ bucaqlarının qiymətləri energetik cəhətdən daha əlverişlidir. Əgər digər şeyplər üçün tirozinin əsas zənciri B formasındadırsa, deməli χ^1 bucağının qiyməti 180° -yə yaxındır. Tyr 1 – Ala 2 – Gly 3 – Ala 4 – Val 5 -NHC α pentapeptid fraqmentin hesablamaları göstərir ki, əsas zəncirin forma və şeypləri arasında güclü energetik differensasiya baş verir. 0-5 kkal/mol enerji intervalına pentapeptid fraqmentin əsas zəncirinin 13 şeypinin 32 forması düşür.

Tyr 1 – Ala 2 – Gly 3 – Ala 4 – Val 5 -NHC α amin turşu qalıqları ardıcılığı özünəməxsus xüsusiyyətlərə malikdir. Bu fraqment yan zəncirə malik olmayan

qlisindən, kiçik yan zəncirə malik olan alaninlərdən ibarətdir. Ardıcılığa daxil olan valinin isə yan zənciri kifayət qədər həcmliyə. Bu amin turşu qalıqlarının bu və ya digər konformasiya verdiyi pay çox böyük deyil. Bununla yanaşı, bu paylar hər hansı konformasiyanın stabilizasiyasında çox da mühüm rol oynamır. Amin turşu qalıqları ardıcılığında əsas rol əsas zəncirlərin qarşılıqlı təsiri oynayır. Qlisin, alinin, valin amin turşu qalıqları effektiv stabilizasiyaçı kontaktlar yaradan peptid zəncirin lazımi formalarını qurma xüsusiyyətlərinə malikdir.

Ədəbiyyat

1. Аббасова Г.Д. Теоретический конформационный анализ фрагмента Тир – Ала – Гли – Ала - Вал // Bakı Dövlət Universiteti aspirantlarının və gənc tədqiqatçıların elmi konfransının materialları. Bakı – 2000, səh.25.

METAL TƏRKİBLİ NANOHISSƏCİKLƏRİN MAQNİT XASSƏLƏRİNİN NƏZƏRİ TƏDQIQI

Abdullayeva S.F., Həsənov A.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
subhaneabdullayeva0620@gmail.com

Açar sözlər: metal tərkibli nanohissəciklər, maqnit qavrayıcılığı, maqnit xassə, paramaqnit, superparamaqnit.

Hissəciklərin fiziki və kimyəvi xassələrinə təsir edən əsas amillərdən biri ölçünün azaldılması ilə onlarda "səthi" atomların nisbi payının artırılmasıdır. Bunun nəticəsində hissəciyin daxilində və səthində olan atomlar arasında qarşılıqlı təsirin xarakterinin dəyişməsi ilə fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərdə kəskin dəyişiklik baş verir [1]. Həcmi quruluşlu cisimlərdə domenlər bir-birindən domen divarları ilə ayrılır, xarakterik ölçüyə və enerjiyə malik olurlar. Domen divarlarının hərəkəti, əksər hallarda, maqnit sahəsinin əks istiqamətdə dəyişməsinə səbəb olur. Ölçü müəyyən kritik qiymətdən aşağı olduqda hissəcik vahid domen halında olur. Bu vəziyyətdə, maqnitlənmənin dəyişdirilməsi artıq spinlərin fırlanması ilə əlaqədirdir ki, bu da koertsitivliyin artmasına səbəb olur. Bu halda istilik fluktuasiyaları spin hərəkətinə daha çox təsir göstərir və sistem superparamaqnit xassə göstərir [2, 3, 4]. Maqnit xassələrində bu cür kəskin dəyişiklik ölçünün müəyyən kritik qiymətə qədər azaldılması və makroskopik materiallara xas olan çoxdomenli maqnit strukturunun tək domenli hala çevrilməsi nəticəsində baş verir.

Hazırda nanohissəciklərin unikal fiziki xüsusiyyətləri intensiv şəkildə öyrənilir. Xüsusilə, göstərilir ki, maqnitlənmə və nanohissəciklərin maqnit doyması həcmi nümunədən kəskin şəkildə fərqlənir. Bu fərqlərə bir sıra qeyri - adi xüsusiyyətləri: mübadilə qarşılıqlı təsirin kifayət qədər böyük olması, Küri temperaturlarındakı fərqləri, qeyri-adi böyük maqnit effektləri və s. göstərmək olar [5]. Nanohissəciyin maqnit xassəsindən asılı olaraq χ maqnit qabiliyyətinin ala biləcəyi qiymətlər cədvəl 1-də verilmişdir:

Cədvəl 1. χ maqnit qavrayıcılığının qiymətləri

S/N	Maqnit qavrayıcılığı	Maqnit xassəsi olmayan		Maqnit xassəli	
		Diamaqnit	Paramaqnit	Superparamaqnit	Ferromaqnit
1	χ	$-10^{-3} \div -10^{-6}$	$10^{-6} \div 10^{-3}$	5000	$10^3 \div 10^6$

Dəmir və dəmir oksid nanohissəcikləri üçün müxtəlif ölçülərdə χ - nın qiymətlərini qiymətləri hesabladıq. Cədvəl 1 dəki qiymətlərlə müqayisəsindən müəyyən etdik ki, dəmir nanohissəciyinin ölçüləri artdıqca onların maqnit xüsusiyyətlərini xarakterizə edən kəmiyyətlərin qiymətləri də artır, 5 nm-dən kiçik ölçülərdə baxılan nanohissəciklər paramaqnit, 5 nm - dən böyük qiymətdə isə

özlərini maqnit xassəli materiallar kimi aparırlar. Bu isə nanohissəciyin xassələrinin onun ölçü və formasından asılı olduğunu göstərir.

Ədəbiyyat

1. Leeuwen D.A., Ruitenbeek J.M., Jongh L.J., Ceriotti A., Pacchioni G., Haberlen O.D., Rosch N., "Quenching of Magnetic Moments by Ligand-Metal Interactions in Nanosized Magnetic Metal Clusters", *Phys. Rev. Lett.*, 1994, 73, 10, 1432-1436.
2. Bean C.P., Jacobs I.S., "Magnetic Granulometry and Super-Paramagnetism", *J. Appl. Phys.*, 1956, 27, 1448-1452.
3. Bean C.P., Livingston J.D., "Superparamagnetism", *J. Appl. Phys.*, 1959, 30, 120S-129S.
4. Neel L., "Influence of thermal fluctuations on the magnetization of ferromagnetic small particles", *C.R. Acad. Sci. Paris*, 1949, 228, 664-668.
5. Srajer G., Lewis L.H., Bader S.P., Epstein A.J., Fadley C.S. et al., "Advances in nanomagnetism via X-ray techniques", *JMMM*, 2006, 307, 1-31.

HİS-ALA-İLE FRAQMENTİN KONFORMASIYA İMKANLARININ TƏDQIQI

Quliyeva R.R., Abbasova G.C.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
abbasova1962@mail.ru*

Nanobiotexnologiyanın tətbiq sahələrindən biri nanozərrəciklərin köməyi ilə dərman preparatlarının daşınması və diaqnostikası ilə bağlıdır. Dərman maddəsi molekulaları ilə yüklənmiş nanozərrəciklər kimyəvi birləşmələri zədələnmiş toxuma və hüceyrələrə, sağlam orqanlara zərər vermədən çatdırır. Dünyada minlərlə dərman preparatları tapılmasına baxmayaraq, hələ də yeni birləşmələr aşkar edilir. Müasir dövrdə xərçəng hüceyrələrinin terapiyasında istifadə edilən birləşmələrin sintez edilməsi zərurəti yaranır. T7 peptidi məhz belə birləşmələrdəndir. His-Ala-İle-Tyr-Pro-Arg-His amin turşu ardıcılığı transferrin reseptorlarının aktivasiya proseslərində və dərman preparatlarının hüceyrə daxilinə daşınmasında unikal qabiliyyətə malikdir.

His1-Ala2-İle3-Tyr4-Pro5-Arg6-His7 (HAIYPRH) molekulunun fəza quruluşu fraqmentlərlə öyrənilmişdir. İlk öncə tripeptid His – Ala – İle fraqmentinin mümkün olan konformasiya imkanları araşdırılmışdır.

Fraqmentin fəza quruluşunu öyrənərkən peptid skeletinin əsas zəncirinin forma və şeyplərini müəyyən etmək lazımdır. Bir amin turşu qalığının konformasiyası verilmiş valent bucaqları və rabitələrin uzunluğu ilə təyin olunur. Əsas zəncirin ϕ , ψ , ω ikiüzlü bucaqlarının, yan zəncirin χ ikiüzlü bucaqlarının qiymətləri tapılır.

His1-Ala2-İle3 fraqmentin fəza quruluşu histeinin, alaninin və izoleysinin kiçik enerjili konformasiyalara görə öyrənilmişdir. N-tərəf tripeptid fraqmenti üçün əsas zəncirin iki B və R formaları seçilmişdir. Belə ki, bu fraqment üçün B və L formaları bir-birindən fərqlənmir. Histeinin yan zəncirinə χ bucaqlarının $\chi_1 = 60^\circ$ və $\chi_1 = 180^\circ$ vəziyyətlərində baxılmışdır. Bu vəziyyətdə yan zəncir molekuldan əks tərəfə çevrilir və digər amin turşu qalıqları ilə effektiv qarşılıqlı təsirdə ola bilmir.

His – Ala – İle tripeptid fraqmentinin fəza quruluşunu öyrənərkən 256 variant hesablanmışdır. Tripeptid fraqment üçün hesablanmış konformasiyalardan 0-3 kkal/mol enerji intervalına yalnız 14 konformasiya düşmüşdür. His1-Ala2-İle3 tripeptid fraqmentin əsas zəncirinin forma və şeypləri, eləcə də ümumi və nisbi enerjilərinin qiymətləri cədvəldə göstərilmişdir.

№	Formalar	Şeyplər	Ümumi enerji	Nisbi enerji (kkal/mol)
1	R ₂ BB ₁	fe	-4.79	2.42
2	R ₃ BB ₁	fe	-4.88	2.33
3	B ₂ BB ₁	ee	-6.02	1.19
4	R ₂ RB ₁	ff	-5.97	1.24
5	R ₃ RB ₁	ff	-6.00	1.21
6	B ₂ RB ₁	ef	-7.21	0.0
7	R ₂ BB ₂	fe	-4.49	2.72
8	R ₃ BB ₂	fe	-4.53	2.68
9	B ₂ BB ₂	ee	-6.67	0.54
10	R ₂ RB ₂	ff	-6.06	1.15
11	R ₃ RB ₂	ff	-6.09	1.12
12	B ₂ RB ₂	ef	-6.81	0.40
13	B ₂ RB ₃	ef	-7.04	0.17
14	R ₃ RB ₃	ff	-6.10	1.11

Ədəbiyyat

1. Аббасова Г.Д., Алиева И.Н., Омарова А.И., Годжаев Н.М. Пространственная структура и конформационные свойства аналогов пептида CREKA // Известия НАНА (серия физ.-мат. и технических наук), 2010, том XXX, № 5, с.112-120.
2. Аббасова Г.Д., Алиева И.Н., Омарова А.И., Моделирование пространственной структуры и конформационные свойства пептида Т7 //“Fizikanın müasir problemləri” V Respublika Elmi Konfransı, 16-17 dekabr, 2011, s.175-177.

POLİMER-DUZ-SU İKİFAZALI SİSTEMLƏRİNİN TƏTBİQ İMKANLARI

Hüseynli A.Ç., Həsənova X.T.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
aytac_ha@mail.ru*

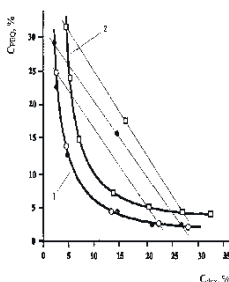
Elə maddələr var ki, hər biri ayrılıqda eyni bir həlledicidə yaxşı həll olduqları halda, həmin həlledicidə bəzən birlikdə həll olmaları çətinləşir və komponentlərin konsentrasiyalarının müəyyən qiymətindən sonra onların birlikdə həllolması mümkün olmur və sistemin digər hissələrindən kəskin sərhədlə ayrılan makroskopik hissə ayrılır. Bu hala fazalara ayrılması deyilir. Bu cür termodinamik uyşmazlıq nəticəsində sistemdə iki və daha çox faza ola bilər.

Bir-birindən kəskin sərhədlə ayrılan və bir çox xüsusiyyətləri ilə fərqlənən fazaların termodinamik tarazlığı, xarici şərait və daxili parametrlər dəyişməsə dəyişmir. Bu fazaların termodinamik tarazlıq şərti aşağıdakı kimidir;

$$T_1=T_2, \quad P_1=P_2, \quad \mu_1=\mu_2$$

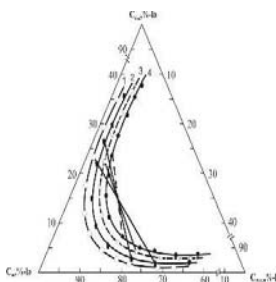
Sistemin fazaları bir-birindən öz həcmələrinə, sıxlıqlarına, fazaəmələgətirən komponentlərin və həlledicinin konsentrasiyalarına görə kəskin fərqlənir. Qeyd etmək lazımdır ki, fazaları bir birindən fərqləndirən və ikifazlı sistemlərin geniş tətbiq imkanlarını şərtləndirən ən vacib fərqli xüsusiyyəti onların hidrofobluqlarıdır. Belə ki, fazaların yanaşı mövcud olması və dayanıqlı halı, canlı aləmdə gedən proseslərin modelləşdirilərək öyrənilməsinə imkan verir. Belə ki, çoxkomponentli, çoxfazlı sistemlər olan canlı aləmdə o cümlədən hüceyrədə gedən çoxsaylı və mürəkkəb proseslər, maddələr mübadiləsi və s. proseslərin öyrənilməsi üçün ikifazlı sistemlər model ola bilər. Biomimetika təbiətdə olan sistem və modellərin, makro və nanomiyaslı problemlərin həlli üçün yeni texnologiyaların hazırlanmasına imkan verir. İkifazlı sistemlərin binodal əyrisi birləşdirici xəttidir. Bu parametrlərin bu və ya digər səbəblərdən dəyişməsi qanunauyğunluqlarının öyrənilməsinin böyük elmi praktik əhəmiyyəti var.

Şəkil 1-də suyun strukturuna dağıdıcı təsir göstərən karbamidin ikifazlı polimer-duz-su sisteminin əlavələrsiz və 0,25mol/l teokarbamid əlavə edilərək binodal əyrisi verilmişdir.



Şəkil 1. PEQ--C₄O₆H₄Na₂-H₂O ikifazalı sisteminin hal diaqramları:
1-əlavə tərkib olmadan, 2 - 0,25 mol/l tiokarbamidlə (●), 3- 0,1 mol/l karbamidlə (□)

Polimer-polimer-su ikifazalı sistemlərindən fərqli olaraq polimer-duz-su ikifazalı sistemlərdə temperaturun artması ilə sistemdə faza əmələgəlmə asanlaşır və komponentlərin daha kiçik qiymətlərində fazalara ayrılma baş verir.



Şəkil 2. PEQ--C₄O₆H₄Na₂-H₂O ikifazalı sisteminin müxtəlif temperaturalarda hal diaqramları:
1 - 70°C; 2 - 50°C;
3 - 30°C; 4 - 10°C.

Ədəbiyyat

1. Per-Oke Albertson. Разделение клеточных частиц и макромолекул.
2. Тарер А. А. Физико-химия полимеров. Издательство «Химия», Москва 1968.
3. Məsimov E.Ə., Paşayev B.G., Həsənov H.Ş., Hüseynova S.V. Polietilenqlikolun (PEQ) sulu məhlulunun struktur xüsusiyyətləri. Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2007, № 1, s.101-108.
4. Məsimov E.Ə., H.Ş. Həsənov. Bioloji sistemlərin termodinamikası. Bakı, "Ləman Nəşriyyat Poliqrafıya" 2007.418 c.

VAL-VAL-ASN-ASP-LEU MOLEKULUNUN OPTİMAL KONFORMASIYALARI

Adıgözəlova J.T., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, IV kurs
abbasova1962@mail.ru

Təbii peptidlərin və zülalların üçölçülü sturukturunu yaxud fəza quruluşunu bilmək və onların bu quruluşunun əmələ gəlməsi prinsiplərini başa düşmək müasir dövrün aktual mövzularından sayılır.

Val-Val-Asn-Asp-Len təbii peptidin kiçik fraqmentidir. Bu soyuqdəymə zamanı əmələ gələn fermentdir.

C^α CO – Val 5 – Val 6 – Asn 7 – Asp 8 – Len 9 – OH C-sonlu pentapeptid molekulunun fəza quruluşu valinin, asparaqinin, asparaqin turşusunun və leysinin aşağı enerjili konformasiyaları əsasında öyrənilmişdir. Valinlər üçün əsas zəncirin R, B, L kimi üç formasına baxılmışdır. Bu formalar yan zəncirlərin $\chi_1 = 180^\circ$ ikiüzlü bucaqlarının qiymətlərində seçilmişdir. Valinin yan zənciri demək olar ki, digər amin turşu qalıqları ilə qarşılıqlı təsirdə olmur. Asparaqin amin turşu qalığına əsas zəncirin R, B, L formalarında baxılmışdır. Bununla yanaşı, yan zəncirin χ_1 bucağının üç mümkün qiymətləri 60° , 180° və -60° , χ_2 bucağının iki mümkün qiymətləri 90° və -90° seçilmişdir. Asparaqin turşusu üçün yan zəncirin ikiüzlü bucağının üç mümkün 60° , 180° və -60° qiymətlərində üç formasına R, B, L baxılmışdır. Leysin üçün əsas zəncirin üç mümkün forması R, B, L seçilmişdir.

Fraqmentin hesablanması feyplərə görə aparılmışdır. Əvvəlcə əsas zəncirin tam yığılmış BBBB formalarının konformasiyaları hesablanmışdır. Valinlərin yan zəncirinin $\chi'_1 = \chi'_2 = 180^\circ$ vəziyyətləri daha əlverişli olmuşdur. Birinci etapda asparaqin amin turşusunun yan zəncirinin ikiüzlü bucağı $\chi_4^1 = -60^\circ$ qiyməti energetik cəhətdən əlverişli olduğu təyin olunmuşdur. İkinci etapda Asparaqin və leysinin yan zəncirlərinin qarşılıqlı təsirlərinə baxılmışdır. Beləliklə, BBBB forması üçün 18 konformasiya hesablanmışdır. Həmçinin, yan zəncirlərin yığılmış feyplərinin energetik əlverişli vəziyyətləri müəyyən olunmuşdur. Hesablamaların nəticələri göstərir ki, ən aşağı nəzəri konformasiya $B_2, B_2, B_2, B_3, B_{31}$ konformasiyasıdır. eeee feypi üçün əsas zəncirin 10 forması mümkündür. Əsas zəncirin yerdə qalan doqquz forması üçün yan zəncirlərin ikiüzlü bucaqlarının qiymətləri BBBB formasındakı kimi seçilmişdir.

Əsas zəncirin ffff feypinin RRRRR formalarının konformasiyaları aşağıdakı kimi hesablanmışdır: valinlərin yan zəncirində $\chi'_1 = \chi'_2 = 180^\circ$ ikiüzlü bucaqların qiymətləri seçilmişdir. Əvvəlcə leysinin yan zəncirinin bir vəziyyətində asparaqin və asparaqin turşusunun yan zəncirlərinin qarşılıqlı təsirlərinə baxılmışdır. İkinci

etapda yuxarıda qeyd etdiyimiz valin və asparaginin yan zəncirlərinin vəziyyətləri asparagin turşusu və leysinin yan zəncirlərinin qarşılıqlı təsirləri öyrənilmişdir. Hesablamaların nəticələri göstərir ki, əsas zəncirin formaları və konformasiyaları arasında güclü energetik differensasiya baş verir. Əsas zəncirin 105 mümkün formasından 0-5 kkal/mol intervalına əsas zəncirin yalnız 34 forması düşmüşdür.

Ədəbiyyat

1. G.D.Abbasova , N.A.Ahmadov, R.I.Khalilov // Structural and functional organization of subunit 2 C-terminal region of herpes virus ribonucleotide reductase, Eastern Medical Journal, 2000
2. Г.Д.Аббасова, Годжаев Н.М., Н.А.Ахмедов // Структурно-функциональная организация С- концевой участка субъединицы 2- рибонуклеотидредуктазы вируса герпеса, Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2000.

SU-BUXAR FAZALARININ TARAZLIQ XƏTTİ BOYUNCA SUYUN ÖZLÜ AXINININ AKTİVLƏŞMƏ PARAMETRLƏRİ

Məmmədova Z.İ., Paşayev B.G.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, I kurs

mammadovazabita@gmail.com

Açar sözlər: su, su-buxar fazalarının tarazlıq xətti, özlü axının aktivləşmə parametrləri

Su (H_2O) sadə kimyəvi formulaya malik olan maddə olsada, tədqiqatlar göstərir ki, o olduqca mürəkkəb fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir. Ən son tədqiqatlar göstərir ki, su insanın fikirlərini duyur və müəyyən yaddaşa malikdir. Digər mayelərlə müqayisədə suyun əksər xassələri anormaldır. Suyun xassələrinin tədqiqi maraqlı, vacib və aktualdır.

İşdə suyun bir sıra xassələri özlü axının aktivləşmə parametrlərinin dəyişməsinə görə araşdırılmışdır. Qeyd edək ki, özlü axının aktivləşmə parametrləri dedikdə, sistemin özlü axını zamanı yaranan Gibbs sərbəst enerjisinin (ΔG_η), entalpiyanın (ΔH_η) və entropiyanın dəyişməsi (ΔS_η) başa düşülür. Bu parametrlərin təhlili hər hansı xarici təsir (temperatur, təzyiq, konsentrasiya və s.) nəticəsində mayədə yaranan enerji və struktur dəyişmələrini müəyyənləşdirməyə, sulu məhlullarda hidrogen rabitələrinin yaranması və dağılması haqqında məlumat almağa imkan verir. Özlü axın prosesini xarakterizə edən aktivləşmə parametrləri mayenin axın (G_a, H_a, S_a) və ilkin sükunət (G_s, H_s, S_s) halındakı uyğun termodinamik parametrlərin fərqiə bərabərdir: $\Delta G_\eta = G_a - G_s$, $\Delta H_\eta = H_a - H_s$, $\Delta S_\eta = S_a - S_s$. Qeyd edək ki, mayelərdə özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisi verilmiş təzyiq və temperaturda axın zamanı görülən işdir. Özlü axının aktivləşmə entalpiyası axın prosesini enerji baxımından xarakterizə edir, yəni ΔH_η verilmiş təzyiq və temperaturda suyu axın halına gətirmək üçün sərf olunan tam enerjidir. Özlü axının aktivləşmə entropiyası mayədə yaranan struktur dəyişmələrini xarakterizə edir. Məlumdur ki, maye nə qədər strukturlu olsa entropiya (S_s) bir o qədər kiçik olur və axın zamanı dəyişməsi daha böyük olur və əksinə.

İşdə tarazlıq xətti boyunca suyun özlülüyünün və sıxlığının temperaturdan asılılığına əsasən özlü axının aktivləşmə parametrləri hesablanmışdır. Bu parametrlərin hesablanması üsulu işində verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, temperaturun artması ilə su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca suyun özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisi əvvəlcə azalır, minimumdan keçir və sonra isə artır, özlü axınının aktivləşmə entalpiyası və entropiyası isə azalır. Temperatur artdıqca su molekullarının istilik hərəkəti artır, molekullar arasındakı rabitə zəifləyir, suyun axını asanlaşır. Bütün bunlar yekunda temperaturun artması ilə $\Delta G_\eta^\#$ -nin qiymətinin azalmasına səbəb olur. Temperaturun artması ilə suyun sükunət halının entalpiyası (H_s) və entropiyası (S_s) artır. $\Delta H_\eta > 0$, $\Delta S_\eta > 0$ olması və temperatur artdıqca onların

azalması onu göstərir ki, bütün temperaturlarda $H_a > H_s$ və $S_a > S_s$ şərtləri ödənilir, lakin temperaturun artması ilə onların fərqi azalır.

Ədəbiyyat

1. Məsimov E.Ə., Həsənov H.Ş., Paşayev B.G. Mayələrin özlülüyü. "Ləman Poliqrafiya MMC", Bakı 2016, 285 s.

LAKTOFERROKSİN A MOLEKULUNUN N-TƏRƏF TETRAPEPTİD FRAQMENTİNİN NƏZƏRİ KONFORMASIYA ANALİZİ

Nəhmədov İ.Ə., Ağayeva L.N.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, IV kurs
nehmedovibrahim6@gmail.com*

Açar sözlər: laktoferroksin, opioid, fəza quruluşu, konformasiya

Qida maddələrindən alınmış bir sıra ekzogen peptidləri opioidəbənzər xassələrə malikdir. Laktoferroksin süddə və az miqdarda öd və göz yaşı kimi ekzokrin mayelərdə mövcud olan qlikoproteindir. O, bir zəncirli polipeptiddən ibarətdir və proteolizə nisbətən davamlıdır. İnsan südü, neytrofillər və inək südündən alınan laktoferroksin üçün tam DNT-lərin olduğu bildirildi və rekombinant zülallar istehsal edildi. Belə bir fərziyyə irəli sürülüb ki, özünün dəmir birləşdirmə xüsusiyyətləri sayəsində laktoferroksin bağırsaq mukozası tərəfindən dəmirin udulmasında rol oynayır və dəmir tələb edən bakteriyalarda dəmiri saxlayaraq bakteriostatik maddə kimi təsir edir. Bundan əlavə, laktoferroksin, böyümə faktoru və bakterisidal maddə kimi dəmirlə əlaqələndirilməyən yollarla hərəkət edə bilər.

Laktoferroksin A molekulu Tyr1-Leu2-Gly3-Ser4-Gly5-Tyr6-NH₂ altı aminturşu qalıqından ibarətdir. Molekulun fəza quruluşunu öyrənmək üçün sistemin potensial enerjisi qeyri-valent, elektrostatik, torsion qarşılıqlı təsir enerjilərinin və hidrogen rabitəsi enerjisinin cəmi şəklində seçilmişdir.

Laktoferroksin A molekulunun fəza quruluşu molekulu fraqmentlərə ayırmaqla öyrənilir. Bunun üçün ilk yaxınlaşmada molekulun N-tərəf tetrapeptid fraqmentinin fəza quruluşu onu əmələ gətirən uyğun aminturşu qalıqlarının stabil konformasiyaları əsasında öyrənilmişdir. Tyr1 aminturşu qalığı üçün əsas zəncirin R, B forması seçilmişdir. Hər formada da χ_1 bucağının torsion potensiala görə mümkün olan 60°, 180° və -60° vəziyyətlərinə baxılmışdır. Məlum olduğu kimi, χ_2 bucağının torsion potensiala görə mümkün olan 90° qiyməti, χ_3 bucağının isə 0° qiyməti seçilmişdir. Leu2 aminturşu qalığı üçün əsas zəncirin aşağıenerjili R, B formalarına baxılmışdır. Hər formada da χ_1 və χ_2 bucaqlarının torsion potensiala görə mümkün olan 60°, 180° və -60° qiymətləri seçilmişdir. Gly3 aminturşu qalığı üçün əsas zəncirin mümkün ola bilən R, B, L, P formaları, Ser4 üçün isə əsas zəncirin R, B formaları seçilmişdir.

Hesablamaların nəticələri göstərir ki, şeyplərin, əsas zəncirin formalarının və konformasiyaların enerjilərinə görə kəskin differensiasiya gedir. 0 – 5.0 kkal/mol enerji intervalına mümkün olan 8 şeypə mənsub əsas zəncirin 16 formasının konformasiyası düşür. Molekulun ən stabil konformasiyası B₂ R₂₁ R₃₂ formasındadır. Bu konformasiyada Tyr1 özündən sonra gələn üç aminturşu qalığı ilə əlverişli qarşılıqlı təsir yaradır. Onların ümumi enerjiyə verdikləri pay (-6.3) kkal/moludur. Leu2 aminturşu qalığının özündən sonra gələn 2 aminturşu qalığı ilə qarşılıqlı təsiri ümumi enerjiyə (-4.6) kkal/mol, Gly3 aminturşu qalığı isə özündən

sonra gələn Ser aminturşu qalığı ilə qarşılıqlı təsiri isə ümumi enerjiyə -1.3 kkal/mol qədər pay verir.

Laktoferroksin A molekulunun N-tərəf tetrapeptid fraqmentinin fəza quruluşunun öyrənilməsi göstərir ki, molekul elə fəza quruluşları yığılmasına malik olur ki, o müxtəlif bioloji funksiyaları yerinə yetirə bilər və müxtəlif reseptor molekulları ilə əlaqəyə girə bilər.

Ədəbiyyat

1. Чеснокова Е.А., Сарычева Н.Ю., Дубынин В.А., Каменский А.А. Опиоидные пептиды, получаемые с пищей и их влияние на нервную систему. Успехи физиологических наук, 2015, т. 46, №1, с. 22-46.

**PEQ-LİMON TURŞUSUNUN Na DUZU-SU İKİFAZALI
SİSTEMİNDƏ FAZƏMƏLƏGƏLMƏ PROSESİNƏ
PEQ-İN MOLEKUL ÇƏKİSİNİN TƏSİRİ**

Ağazadə S.F., Şahbazova G.M.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
sagazade97@gmail.com*

Açar sözlər: ikifazalı sistemlər, polietilenqlikol, limon turşusunun natrium duzu

Məlumdur ki, suda həll olan iki polimer qarışığı komponentlərin konsentrasiyalarının müəyyən qiymətlərindən böyük qiymətlərində bir-biri ilə tarazlıqda olan iki fazaya ayrılır [1]. İkifazalı sulu polimer sistemlərinin tədqiqinin aktuallığı onunla əlaqədardır ki, belə sistemlərdə gedən proseslər canlı orqanizmdə gedən proseslərin modeli kimi qəbul oluna bilər. Doğrudan da, sistemin bir-birindən hidrofobluqlarına görə fərqlənən eyni zamanda mövcud olan fazaları arasında bioloji maddələrin paylanması araşdırılması orqanizmdə daşınması qanla həyata keçirilən maddələr mübadiləsi mexanizmini başa düşməyə kömək edə bilər. Fazaların çox hissəsini su təşkil etdiyindən belə mühitdə biomakromolekulların konformasiyasını və strukturunu formalaşdıran qarşılıqlı təsirlərin kəmiyyətə öyrənilməsi çox əhəmiyyətlidir [2,3].

Təqdim olunan işdə PEQ-limon turşusunun Na duzu-su ikifazalı sistemi tədqiq edilmişdir. Belə ki, $\text{PEQ-C}_6\text{O}_7\text{H}_5\text{Na}_3\text{-H}_2\text{O}$ ikifazalı sistemində fazalara ayrılma iki müxtəlif strukturlu suyun yaranması hesabına baş verir. Aydındır ki, suyun strukturuna təsir edən istənilən xarici amilin təsiri ilə sistemin hal diaqramının əsas xarakteristikalarının dəyişməsi ilə müşayiyyət olunacaqdır. Belə xarici təsirlərdən biri faza əmələ gətirən komponentlərdən biri olan polimerin molekulyar kütləsi ola bilər.

Təqdim olunan işdə polietilenqlikolun molekulyar kütləsinin PEQ (1500, 3000, 6000)- $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3\text{-H}_2\text{O}$ ikifazalı sisteminin hal diaqramına təsiri öyrənilmişdir. Bu məqsədlə polietilenqlikol (PEQ)- limon turşusunun natrium duzu (kimyəvi təmiz) və bidistillə sudan istifadə olunmuşdur. Bu sistemlərin binodal ayrılıqları qurulmuş, birləşdirici xəttin meyl bucağı təyin edilmişdir. Təcrübələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, PEQ-in molekulyar kütləsi artdıqca komponentlərin daha kiçik konsentrasiyalarında fazalara ayrılma prosesi baş verir. Bu faktı belə izah etmək olar ki, polimerin molekulyar kütləsi artdıqca onun hidrat təbəqəsindəki su molekullarının sayı artır və sistemdə sərbəst su molekullarının sayı azalır, həllolma çətinləşir, müxtəlif strukturlu suyun fazalara ayrılması baş verir. Yəni sistemin fazalara ayrılması daha asanlıqla baş verir.

Ədəbiyyat

2. Albertson P. .. Separation of cell particles and macromolecules. - М.: Mir, 1974, 381 p.
3. Hatti-Kaul R. Aqueous Two-Phase Systems: Methods and Protocols. Berlin: Springer Science & Business Media; 2000.
4. Масимов Э., Аббасов Х., Багиров Т., Гасанова Х., Гурбанов Дж.Т. Структурные особенности двухфазной системы полиэтиленгликоль- $C_4O_6H_4Na_2-H_2O$ //Журнал Физика Институт Физики НАН Азербайджана, 2007, том 13, № 1-2, с.334-336.

POLİMER GELLER

Qarayeva Ş.M., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, III kurs

semsiyye2001@gmail.com

Polimer gellər təbabətdə, yeyinti və fotoqrafiya sənayesində, təbii və süni sapların istehsalında, rezin məhsullarının alınmasında və texnikanın başqa sahələrində geniş istifadə olunur.

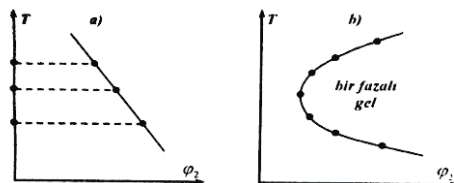
Gel elə sistemdir ki, bu sistemdə makromolekullar **fəza toru** yaradırlar. Kiçik molekuldu maye molekulları bu fəza torunda paylanırlar. Belə fəza torları yüksək konsentrasiyalı məhlullarda da yaranı bilər. Gelin məhluldan fərqi ondan ibarətdir ki, məhlulda fəza toru fluktuasiya xarakterinə malikdir, yəni arasıkəsilmədən yaranırlar və yox olurlar. Geldə isə fəza toru dayanıqlıdır, istilik hərəkəti nəticəsində dağılır. Temperatur dəyişdikdə fəza torunda şəxələnmə istiqamətlərində rabitə qırılsa, onda gel məhlula keçir. Bu prosesə **gelin əriməsi** deyilir. İki növ gel mövcuddur:

I-növ gel. Bu növ gel elə polimer-kiçik molekuldu maye sistemdir ki, bu sistemdə fəza toru molekullar arasında kimyəvi rabitələrlə yaranı. Bu növ geli qızdırdıqda müəyyən temperaturda sistem dağılır. Proses dönən deyildir, yəni pozulmuş sistemi soyutduqda gel yaranı.

II-növ gel. Bu növ gel elə polimer sistemdir ki, bu sistemdə fəza toru molekullar arasında müxtəlif təbiətli rabitələrin varlığı ilə yaranı. Müəyyən şəraitdə bu rabitələr dayanıqlıdır, lakin şərait dəyişdikdə onlar dağılı bilər. Bu halda homogen həqiqi məhlul yaranı. Bu proses dönəndir, yəni sistemi başlanğıc şəraitə qaytardıqda yenidən molekullararası rabitələr yaranı və gel əmələ gəlir.

I-növ gel aşağıdakı hallarda əmələ gəlir:

Fəza tor quruluşlu polimerlərin özbaşına şişməsi zamanı, məhlulda üç ölçülü polimerləşmə, həlledicinin iştiraki ilə kimyəvi birləşmə reaksiyası baş verdiyi zaman. I-növ gellərin hal diaqramının tipik nümayəndələri şəkil 1 a) və b)-də göstərilədiyi kimidir.



Şəkil 1. I-növ gellərin hal diaqramları.

Şəkil 1 a)-də düz xəttin hər bir nöqtəsi verilmiş temperaturda tarazlıqda olan bir fazalı gələ uyğundur.

Temperaturun artması ilə tarazlıq halına uyğun gələn φ_{1tar} artar, φ_{2tar} isə azalır. I-növ geldə polimer həll olmur, şişir, həlledicinin, yəni kiçik molekullu mayenin molekulları polimerdə paylanır. Odur ki, faza dedikdə həlledicinin fazası başa düşülür. Düz xətdən sağda tarazlıqda olmayan bir fazalı gel əmələ gəlir, yəni polimerə verilmiş temperaturda əlavə maye daxil ola bilər. Belə diaqramlar kiçik molekullu mayenin qaynama temperaturuna qədər müşahidə oluna bilər.

Ədəbiyyat

1. E.A.Məsimov, H.Ş.Həsənov. Mayələrin özlülüyü Ləman Nəşəriyyat Poliqrafiya, 2016, 285 səh.

TYR-ALA-GLY MOLEKULUNUN KONFORMASIYA İMKANLARININ TƏDQIQI

Əhmədova A.R., Abbasova G.C.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
abbasova1962@mail.ru*

Təbii peptidlərin və zülalların üçölçülü sturukturunu, yaxud fəza quruluşunu bilmək və onların bu quruluşunun əmələ gəlməsi prinsiplərini başa düşmək müasir dövrün aktual mövzularından sayılır. Bioloji molekulların fəza quruluşunu öyrənməklə onların xassələrini, fizioloji xüsusiyyətləri haqqında məlumat vermək olar. Fəza quruluşunu öyrənmək üçün məhz onların konformasiya imkanlarını bilmək lazım gəlir.

Yüksək molekullu peptidlərin konformasiya imkanlarının öyrənilməsində onların hesablamaları məsələləri yalnız hissə-hissə yalnız bir sıra məsələlərin həlli şəklində həll oluna bilər. Belə etaplı yaxınlaşma yaxın, orta və uzaq qarşılıqlı təsirlərə əsaslanır. Bunlara əsasən bir çox fizioloji xassələrinə görə fərqli olan peptid molekullarının düz sturuktur məsələlərinin həllinə gəlib çıxmaq olur. Bütün ardıcılıqla fraqmentlərin konformasiya imkanlarına baxılmaqla peptidlərin üçölçülü strukturlarını öyrənmək olar.

Kiçik molekullu təbii peptidlər öz konformasiya xassələrinə görə sintetik, daha doğrusu süni oliqomerlərdən, eyni zamanda yüksəkmolekullu zülal molekullarından fərqlənir. Sintetik birləşmələr molekulda enerjilərinə görə çox yaxın olan külli miqdarda konformerlərə malikdir. Burda atomların koordinatlarını və ayrı ayrı konformasiyaların qeyri valent qarşılıqlı təsir enerjilərini qiymətləndirmək problemi meydana çıxmır. Bu birləşmələrin düz struktur məsələsi molekulun həndəsi quruluşunu təsvir edən statistik xarakteristikasının yaranmasından ibarətdir. Təbii peptidlər üçün düz struktur məsələsinin həlli bu sinfə aid olan digər struktur funksional quruluşlu molekulların quruluşunu öyrənmək üçün atılan növbəti addımdır. Təbii peptidlərin struktur funksional təşkilini öyrənmək üçün ilk növbədə düz struktur məsələləri, yəni oliqopeptidin mümkün olan aşağı konformasiya hallarını müəyyən etmək lazımdır. Seçilmiş üstün olan konformasiyalar oliqopeptidin fizioloji aktiv funksiyalarını təsvir edir. Növbəti addım oliqopeptidin quruluşu ilə bioloji təsirləri arasında asılılığın təyin edilməsidir.

Tyr-Ala-Gly tripeptid fraqmentinin fəza quruluşunu, daha doğrusu konformasiya imkanlarını təyin etmək üçün dipeptid fraqmentin konformasiya imkanları tədqiq edilmişdir. Dipeptid fraqmentin hesablanması hər bir amin turşu qalığının özündən əvvəlki və özündən sonrakı amin turşu qalıqlarının konformasiyalarını qiymətləndirməyə imkan vermişdir. Tripeptid fraqmentin konformasiyaları uyğun monopeptidlərin aşağı enerjili hallarına hesablanmışdır. Sonrakı etapda iki qarışıq dipeptidlərin stabil konformasiyaları tədqiq edilmişdir. Burada müəyyən olunmuşdur ki, peptid zəncirin böyüməsi ilə konformasiyalarının enerjiləri arasında

differentiasiya baş vermişdir. Yüklənmiş polyar yan zəncirlərin elektrostatik qarşılıqlı təsirləri digər qarşılıqlı təsirli formaları stabilləşdirirlər. Optimal konformasiyaların yaranmasında hidrogen rabitəsi böyük rol oynayır.

Ədəbiyyat

1. Аббасова Г.Д. Теоретический конформационный анализ фрагмента Тир – Ала – Гли – Ала - Вал // Bakı Dövlət Universiteti aspirantlarının və gənc tədqiqatçılarının elmi konfransının materialları. Bakı – 2000, səh.25.
2. Аббасова Г.Д., Алиева И.Н., Омарова А.И., Моделирование пространственной структуры и конформационные свойства пептида Т7 // “Fizikanın müasir problemləri” V Respublika Elmi Konfransı, 16-17 dekabr, 2011, s.175-177.

DURU POLİMER MƏHLULLARININ ÖZLÜLÜYÜ

Cəfərova N.S., Paşayev B.G.*

Bakı Dövlət Universiteti,
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
ceferovanigar36@gmail.com

Açar sözlər: Polimer məhlullarının özlülüyü, özlülük əmsalı, duru məhlul.

Polimer məhlullarının özlülüyü (η), gərginliyin (σ), maye laylarının bir-birinə nəzərən sürüşmə sürətinin ($\dot{\gamma}$), polimerin molekul kütləsinin (M), temperaturun (T), təzyiqin (P), konsentrasiyanın (C), həlledicinin keyfiyyətinin və s. funksiyasıdır, yəni $\eta = f(\sigma, \dot{\gamma}, M, T, P, C)$, həlledicinin keyfiyyəti və s).

Birinci yaxınlaşmada qəbul etmək olar ki, məhlulun özlülüyü komponentlərin özlülüyünün additiv cəminə bərabərdir:

$$\eta = x_1\eta_1 + x_2\eta_2 \quad (1)$$

burada η , η_1 , η_2 -məhlulun və uyğun komponentlərin özlülük əmsalları, x_1 və x_2 -uyğun komponentlərin məhlulda molyar hissələridir.

Təcrübə göstərir ki, ən ideal məhlullar üçün belə (1) münasibəti özünü doğrultmur. Kiçik molekuldu iki mayenin məhlulunun özlülüyünün konsentrasiyadan asılılığı düzxətli yox, əyri xətlidir. Duru və qatı məhlulların axma mexanizmi bir-birindən fərqlənir.

Duru məhlul dedikdə elə məhlul təsəvvür olunur ki, bu məhlulda həllolan maddənin molekulları praktiki olaraq bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olmurlar. Təbii ki, polimerin molekul kütləsi artdıqca duru məhlul almaq üçün onun konsentrasiyası daha az olmalıdır. Müasir təsəvvürlərə görə duru polimer məhlullarında xətti ölçülü mütəhərrik makromolekul yumaq formasına keçir. Belə bir sual meydana çıxır ki, axma zamanı bu yumaq özünü necə aparır? Bir-birinə zidd olan iki yanaşma mövcuddur.

Birinci yanaşmaya görə yumaqlar elə quruluşa malik olurlar ki, onlardan həlledicinin molekulları sərbəst keçirlər. Bu onu göstərir ki, mühitin hərəkəti seqmentlərin hərəkətindən asılı deyildir və hər bir seqmentə mühitin göstərdiyi sürüşmə başqa seqmentlərin olub, olmamasından asılı deyil.

İkinci yanaşmaya görə hər bir yumaq müəyyən miqdarda həlledicinin molekullarını udur və onları özləri ilə birlikdə daşıyırlar. Belə yumağa digər həlledici molekulları daxil olmurlar və onlar özlərini effektiv radiusu R_{ef} olan sferik zərrəciklər kimi aparırlar. Belə makromolekul yumaqları həlledicinin molekullarına nisbətən irəliləmə hərəkəti edə bilirlər. Laminar hərəkətdə sürət qradientindən asılı olaraq yumaqlar müxtəlif sürətə malik ola bilirlər. Bu halda yumağa cüt qüvvələr təsir edə bilər ki, bunun nəticəsində makromolekul axında fırlana da bilər.

Ədəbiyyat

1. Масимов Э.А., Пашаев Б.Г., Раджабов М.Р. Журнал структурной химии, 2020, том 61, № 6, с. 932-939.
2. Məsimov E.Ə., Həsənov H.Ş., Paşayev B.G. "Mayələrin özlülüyü", Bakı, "Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya", 2016, 285 s.

MOLEKULLARIN FƏZA QURULUŞUNUN ÖYRƏNİLMƏSİ

Səfərli A.R., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, I kurs

abbasova1962@mail.ru

Maddənin fiziki xassələri onları təşkil edən molekulaların quruluşu ilə əlaqədardır. Daha mürəkkəb, məsələn bioloji molekularda və polimer molekulalarında fiziki xassə təkcə molekulun quruluşu ilə deyil, həm də bu quruluşun dəyişmə imkanlarından asılıdır. Maddənin fiziki xassələri haqqında məlumat əldə etmək üçün onu təşkil edən molekulaların quruluşunu öyrənmək mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Molekulun quruluşunu onu təşkil edən atomların bir-birinə nəzərən fəzada necə yerləşmələri ilə müəyyən olunur. Ancaq bioloji molekulara gəldikdə isə məsələ bir qədər çətinləşir. Bunun səbəbi bioloji molekulaların birqat kimyəvi rabitələrlə bir-birinə birləşmiş çoxlu sayda atomlardan ibarət olmasıdır. Birqat kimyəvi rabitələr ətrafında fırlanmalar mövcud olduğundan, eyni kimyəvi quruluşa malik olan molekul enerjilərinə görə bir-birindən fərqlənən çoxlu sayda fəza quruluşlarına (konformasiyalara) malik olur.

Biomolekullar orqanizmdə müxtəlif funksiyalar yerinə yetirirlər. Biomolekulların yerinə yetirdiyi funksiyalar onların fəza quruluşu ilə sıx əlaqədardır. Digər tərəfdən biomolekulların fəza quruluşunu tədqiq etməklə tibbdə bir sıra dərman peraparatlarının hazırlanmasında geniş istifadə olunur. Ona görə də, biofizikada edilən kəşflər elmin bir çox sahələrində biofizika, molekulyar biologiya, farmakologiya və.s sahələrdə çox böyük maraqla qarşılanır. Çünki biomolekulların fəza quruluşunu öyrənməklə onların canlı orqanizmdə yerinə yetirdikləri funksiyalar haqqında geniş məlumat almaq mümkündür.

Molekulun fəza quruluşunun öyrənilməsi onun reaksiya qabiliyyəti haqqında fikir söyləməyə imkan verir.

Peptidlər fəza quruluşuna görə olduqca mürəkkəb molekulardır. Biomolekulların quruluşunu tədqiq etməkdən ötrü bir çox üsullardan istifadə olunur. Bunlara nüvə və elektron paramaqnit rezonansı üsullarını (NPR və EPR), infraqırmızı spektroskopiya və.s göstərmək olar. Bu adlarını çəkdiyimiz üsullar eksperimental üsullardır və bu üsulların əksəriyyəti dolayı, birqiymətli olmayan məlumat verirlər. Ona görə də polimerlərin və zülalların quruluşlarını tədqiq etməkdən ötrü nəzəri üsullardan geniş istifadə olunur. Bu üsullara misal olaraq nəzəri konformasiya analizi üsulu, Monte -Karlo üsulu, molekulyar dinamika üsulunu göstərmək olar. Molekulun quruluşunu öyrənən nəzəri üsulları iki hissəyə ayırmaq olar.

Kvant kimyası üsulu. Kvant kimyası üsulu molekul mürəkkəb olduqda istifadə oluna bilmir. Bu sahədə edilən bir çox cəhdlərə baxmayaraq, peptidlərin tədqiq olunmasında yalnız amin turşularının konformasiyalarını təyin etmək mümkün olmuşdur.

Biomolekulların fəza quruluşunun öyrənilməsində ən çox tətbiq olunan üsul nəzəri konformasiya analizi üsuludur. Bioloji molekulun konformasiya analizini aparmaq, onun ala biləcəyi müxtəlif fəza quruluşlarını (konformasiyalarını) və hər hansı fəza quruluşuna (konformasiyaya) uyğun gələn enerjini təyin etmək deməkdir. Nəzəri konformasiya analizi üsuluna həmçinin atom-atom potensial funksiyalar üsulu, molekulyar mexanika üsulu, yarımempirik qüvvə sahəsi üsulu və.s kimi adlandırırlar.

Ədəbiyyat

1. Аббасова Г.Д., Алиева И.Н., Омарова А.И., Годжаев Н.М. // АМЕА-nın Xəbərləri (fizika-riy. və texnika elm.seriyası), 2010, cild XXX, N.5, s.112-120
2. Аббасова Г.Д., Алиева И.Н., Омарова А.И. // Journal of Qafqaz University, 2013, vol.1, № 1, с.47-54

MET-CALLATOSTATİN MOLEKULUNUN FƏZA QURULUŞUNUN TƏDQIQI

Məmmədova F.M., Vəliyeva L.İ.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
faridamamadlee1@gmail.com*

Açar sözlər: neyropeptidlər, quruluş, konformasiya analizi, peptidlər, molekulyar mexanika.

İşdə atom-atom potensial funksiyaları yaxınlaşmalarından (3-6) istifadə olunaraq molekulyar mexanika üsulu vasitəsi ilə allatostatınlar ailəsinə mənsub olan Met-callatostatın (1,2) neyropeptidinin fəza quruluşu və konformasiya xüsusiyyətləri tədqiq edilmişdir. Tədqiqat işinin mahiyyəti molekulu təşkil edən amin turşu qalıqlarının - monopeptidlərin stabil konformasiyalarının fəzada bütün kombinasiyaları nəzərə alınaraq, onların daxili fırlanma bucaqları ətrafında molekul daxili qarşılıqlı təsir enerjilərinin (qeyri-valent, elektrostatik, torsion) minimizasiyasından ibarətdir. Hesablamalarda istifadə olunan potensial funksiyalarda su mühitini nəzərə almaq üçün dielektrik nüfuzluğunun qiyməti 10 götürülmüşdür. Tədqiqat nəticəsində Met-callatostatın neyropeptidinin nisbi konformasiya enerjisi 0-10 kkal/mol intervalında olan on kiçikenerjili stabil konformasiyası tapılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, hidrogen rabitələri sisteminin ümumi enerjiyə verdiyi payın az olmasına başmayaraq, bu rabitələr neyropeptidin dayanıqlı stabil quruluşunun yaranmasında və mütəhərriqliyinin azalmasında mühüm rol oynayır.

Qalıqlararası qarşılıqlı təsirlərin ümumi enerjiyə verdiyi payların təhlili nəticəsində o qənaətə gəlmək olar ki, bütün callatostatın molekullarının kiçikenerjili konformasiyalarında dispersiya stabilləşməsinin mərkəzi məhz Phe⁶ amin turşusu qalığıdır. Alınan nəticələrin tədqiqi göstərdi ki, Tyr⁴ ı Phe⁶ amun turşularının yan zəncirlərinin optimal yerləşməsi aromatik halqalarının paralel oriyentasiyasına uyğun gəlir. Bu zaman onların qeyri-valent qarşılıqlı təsirləri maksimum olub, -6,2 kkal/mola bərabərdir. Tyr⁴ amin turşusunda hidroksil qrupların oriyentasiyasını təmin edən χ_3 bucağı 0÷90° intervalda ixtiyari qiymət ala bildiyi üçün, molekulun həlledicilər tərəfindən tanınmasını daha əlverişli edir.

Hesablamaların nəticəsindən aydın görünür ki, molekulun kiçikenerjili konformasiyalarının stabilləşməsində qiyməti 80-90 kkal/mol ətrafında dəyişən qeyri-valent qarşılıqlı təsirləri də mühüm rol oynayır.

Ədəbiyyat

1. Duve H., Johnsen A.H., Scott A.G., Thorpe A. "Isolation, identification and functional significance of [Hyp2]Met-callatostatin and des Gly-Pro Met-callatostatin, two further post-translational modifications of the blowfly neuropeptide Met-callatostatin". Regul. Pept., 1995, v.57, N.3, p.237-245
2. Duve H., Johnsen A.H., Scott A.G., Yu C.G., Yagi K.J. "Callatostatins: Neuropeptides from the blowfly *Calliphora vomitoria* with sequence homology to cockroach allatostatins". Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 1993, v.90, p.2456-2460
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 occurring amino acid // Phys. Chem., 1975, v.79, p.2361-2381
4. IUPAC-IUB Quantity, Units and Symbols in Physical Chemistry, Blackwell Scientific Publications, Oxford, v. 39, 1988
5. Липкинд Г.М., Архипова С.Ф., Попов Е.М. "Теоретическое исследование конформаций N-ацетил-L-аланина в различных средах". Ж. Структ. химии, 1970, т.11, с.121-126.
6. Полозов Р.В. Метод полуэмпирического силового поля в конформационном анализе биополимеров, М., "Наука", 1981, 120 с.

1D QURULUŞLU Ag GÜMÜŞ NANONAQİLLƏRİN SİNTEZİ

K.M.Həsənov, S.Q.Nuriyeva*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika Fakültəsi, I kurs (magistrant)
hasanovkanan11@gmail.com*

Son zamanlar 1D nanomateriallar özünəməxsus elektrik, termik, mexaniki və optik xüsusiyyətlərinə görə tədqiqatçıların böyük maraq dairəsinə çevrilmişdir[1]. Nəcib metalların (Ag, Au, Pd və Pt) yüksək keçiriciliyə malik nanonaqilləri elektrik, termik, optik qurğular, həmçinin, bir çox keçirici polimer əsaslı nanokompozitlər üçün istehsal olunur. Bütün nəcib metallar arasında gümüşün fərqliliyi, təkcə onun yüksək elektrik və termik keçiriciliyi ilə deyil, həmçinin, polimer kompozitlərdə elektrik və optik xassələrinin artımı ilə də əlaqədardır. Gümüş nanonaqillər adətən diametri 10-200 nm və uzunluğu 5-100 μm aralığında olan bir ölçülü gümüş nanostrukturlarıdır.

Son on ildə nanostrukturları sintez etmək istiqamətində tədqiqatçıların təklif etdikləri fiziki metodlar əsasən mexaniki pulverizasiya üsuluna əsaslanır[2]. Pulverizasiya prosesində isə aparat çirkləndiyindən yüksək qabiliyyətə malik gümüş nanonaqillər adətən kimyəvi metodlarla sintez olunur. Kimyəvi metodlar üçün prosesin asanlığı, rahat iş prosesi və asan ölçüləndirmə xarakterikdir. Ag nanonaqillərinin kimyəvi alınma metodlarına poliol, fotoreduksiya, solvotermal və s. kimi metodlar daxildir.

Hal-hazırda gümüş nanonaqillərinin hazırlanması üçün müxtəlif sintez üsulları arasında daha az xərc və kütləvi istehsal kimi üstünlükləri ilə poliol metodu əsas üsullardan biridir[3]. Poliol metodda istifadə edilən prekursorlar arasında etilen qlikol əsasən həlledici və reduksiyaedici maddə, polivinilpirrolidon (PVP) örtük maddə və AgNO_3 isə gümüş mənbəyi kimi istifadə olunur. Poliol metodu ilə sintezi edilən gümüş nanonaqillərinin parametrlərini prosesdə iştirak edən komponentlərin tərkibini, konsentrasiyasını dəyişməklə, həmçinin, reaksiyanın şəraitini variasiya etməklə tənzimləmək mümkündür. Belə ki, AgNO_3 -ün konsentrasiyası və reaksiyaya əlavə olunma sürəti onun morfologiyasına, uzunluq-en nisbətinə və məhsul çıxımına təsir edir. PVP-nin uzun molekulyar zəncirləri Ag hissəciklərinin sonrakı aqlomerasiyasının qarşısını alaraq, onların sonrakı böyümə sürətini yavaşladır. Nəticədə kristallaşma mərkəzlərinə doğru Ag hissəcikləri absorbsiya olunaraq bir ölçülü gümüş nanonaqilləri formalaşır[4].

Ədəbiyyat

1. W. J. Liu, M. L. Liu, S. Lin, J. C. Liu, M. Lei, H. Wu, C. Q. Dai, Z. Y. Wei. Synthesis of high quality silver nanowires and their applications in ultrafast photonics. Vol.27, No.12, 10Jun2019. Optics express 16440
2. Yue Shi, Liang He, Qian Deng, Quanyao Liu, Luhai Li, Wei Wang, Zhiqing Xin, Ruping Liu. Synthesis and Applications of Silver Nanowires for Transparent Conductive Films. Micromachines 2019, 10, 330.
3. Lin Cao, Qin Huang, Jie Cui, Huaijun Lin, Wei Li, Zhidan Lin, Peng Zhang. Rapid and Facile Synthesis of High-Performance Silver Nanowires by a Halide-Mediated, Modified Polyol Method for Transparent Conductive Films. Nanomaterials 2020, 10, 1139.
4. Nekahi, A; Marashi S.P.H.; Davoud, H.F. High yield polyol synthesis of round- and sharp-end silver nanowires with high aspect ratio. Mater. Chem. Phys. 2016, 9, 1–8.

DEKSTRANIN SULU MƏHLULLARININ STRUKTUR TEMPERATURUNA KOH-İN TƏSİRİ

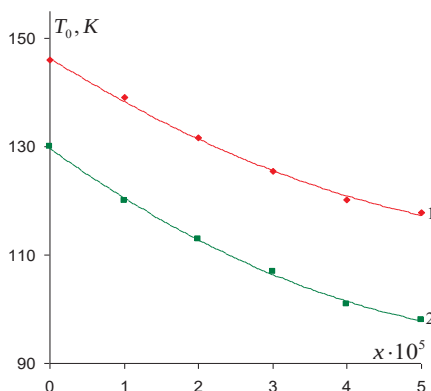
Əsgərova E.Q., Həsənov A.Ə.*, Həsənova X.T.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
elnareesgerova98@mail.ru*

Dekstranın təbabətdə və neft sənayesində geniş istifadə olunması onun müxtəlif fraksiyalarının sulu məhlullarının fiziki xassələrinin temperaturdan və konsentrasiyadan asılılığının öyrənilməsi zərurətini yaradır. İşdə su-dekstran-KOH sistemlərinin 288.15-323.15 K temperatur və dekstranın 0.00001-0.00005 molyar hissə konsentrasiyası intervalında məhlulun struktur temperaturunun (T_0) konsentrasiyadan asılılıqları təhlil olunmuşdur. Qeyd edək ki, işdə dekstranın 70000 molyar kütləli fraksiyasına baxılmışdır və KOH-ın konsentrasiyası 0.05 molyar hissə götürülmüşdür.

Təcrübədən alınan nəticələrdən istifadə edərək, tədqiq olunan temperatur və konsentrasiyalarda məhlulun struktur temperaturunun (T_0) qiymətləri hesablanmışdır. Bu kəmiyyətlərin konsentrasiyadan asılılıqları təhlil olunmuş və bunlara əsasən məhlulda baş verən struktur xüsusiyyətləri öyrənilmişdir.

Məhlulların özlü axın xassələrinin təhlili onu deməyə imkan verir ki, baxılan bütün konsentrasiya intervalında dekstran həm suyun, həm də su-KOH sisteminin strukturuna dağıdıcı təsir göstərir, KOH-ın iştirakı dekstranın dağıdıcı təsirini müəyyən qədər gücləndirir. Bu isə KOH-ın struktura göstərdiyi dağıdıcı təsirlə əlaqədardır.



Şəkil 3.5. Su-dekstran-KOH sisteminin struktur temperaturunun dekstranın konsentrasiyasından asılılığı (.).

1- Su-dekstran, 2- Su-dekstran-KOH

Ədəbiyyat

1. Məsimov E.Ə., Həsənov H.Ş., Bioloji sistemlərin termodinamikası. Bakı: "Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya" 2007.418 c
2. Məsimov E.Ə., Həsənov H.Ş., Ultrasəs metodu ilə biosistemlərin tədqiqi
3. Məsimov E.Ə., Paşayev B.G., Həsənov H.Ş., Hüseynova S.V. Polietilenqlikolun (PEQ) sulu məhlulunun struktur xüsusiyyətləri. //Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2007, № 1, s.101-108
4. Məsimov E.Ə., Paşayev B.G., Həsənov H.Ş., İbrahimov N.Ə. Su-etanol-karbamid sistemlərində özlü axınının aktivləşmə parametrləri və struktur xüsusiyyətləri.//Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2008, № 1, s.120-125.
5. Məsimov E.Ə., Paşayev B.G., Həsənov H.Ş. Suyun özlü axınının aktivləşmə

SU-PEQ-LiOH SİSTEMLƏRİNİN XARAKTERİSTİK ÖZLÜLÜYÜNÜN VƏ HAGGİNS SABİTİNİN TƏYİNİ

Mahmudova L.Ə., Paşayev B.G.*

*Bakı Dövlət Universiteti,
Fizika fakültəsi I kurs (magistrant)
lila1_99@mail.ru*

Xarakteristik özlülük həlledicinin keyfiyyətindən, yəni onun polimerə olan termodinamik hərisliyindən asılıdır. Bu asılılığı ilk dəfə Mark öyrənmişdir. Makromolekulyar yumaq müxtəlif həlledicilərdə müxtəlif cür şişir. Həlledicinin hərisliyi böyük olduqca polimer daha çox şişir, onun ölçüləri böyüyür və nəticədə polimerin xarakteristik özlülüüyü $[\eta]$ daha böyük qiymətlər alır. Haggins sabiti k_H da həlledicinin təbiətindən asılıdır. Lakin Haggins sabiti k_H ilə həlledicinin polimerə hərisliyi arasında korrelyasiya yalnız mütəhərrik zəncirli polimerlər üçün müəyyən edilmişdir. Bu halda həlledicinin polimerə hərisliyi böyük olduqda k_H kiçik olur. Sərt zəncirli polimerlər üçün bu iki kəmiyyət arasında heç bir korrelyasiya yoxdur. Bir çox hallarda həlledicinin keyfiyyətinin pisləşdirilməsi (polimerə hərisliyin azaldılması) ayrı-ayrı mayeləri seçməklə yox, yaxşı həllediciyə pis həlledici əlavə etməklə əldə olunur. Sistemdə pis həlledicinin miqdarı artdıqca məhlulda polimer yumağı çox sıxılır və nəticədə xarakteristik özlülük (η) kiçik olur. Bəzi sistemlərdə yaxşı həllediciyə əlavə olunan pis həlledicinin konsentrasiyası artdıqca xarakteristik özlülüyn azalması müşahidə olunur. Lakin bir çox sistemlər üçün $[\eta]$ və k_H -in yaxşı həllediciyə əlavə olunan pis həlledicinin konsentrasiyasından asılılığı ekstremal xarakterə malikdir. Xarakteristik özlülük temperatur artdıqda bəzi hallarda artır bəzi hallarda isə azalır. Bu dəyişmə həlledicinin polimerə termodinamik hərisliyinin temperatur əmsalı ilə və xüsusi halda, sistemin sistemin İkinci virial əmsalının (A_2) temperatur əmsalı ilə əlaqədardır. Əgər həlledicinin polimerə termodinamik hərisliyi temperatur artdıqca yaxşılaşarsa A_2 artır, polimer yumağı çox şişir və $[\eta]$ artır. Bu, məhlulun fazalara ayrılmasının yuxarı böhran temperaturunun olduğu sistemlər üçün doğrudur. Bəzən əksinə, temperatur artdıqca polimerə hərislik (A_2) və $[\eta]$ azalır. Bu isə fazalara ayrılmanın aşağı böhran temperaturu olan sistemlər üçün doğru olur.

Ədəbiyyat

1. Масимов Э.А., Пашаев Б.Г., Раджабов М.Р. Определение конформации и размеров макромолекул ПЭГ в системах вода-ПЭГ-NaOH методом вискозиметрии. Журнал физической химии, 2021, том 95, № 1, с. 57-62.

SUYUN ÖZLÜ AXINININ AKTİVLƏŞMƏ PARAMETRLƏRİNİN TEMPERATURDAN VƏ TƏZYİQDƏN ASILILIĞI

Əliyeva Q.Y., Paşayev B.G.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi I kurs

ezenire2@gmail.com

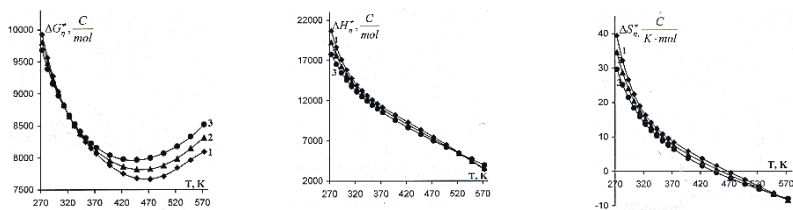
Mayelərin özlülüyü, laminar axın prosesində laylararası molekulların qarşılıqlı təsirləri nəticəsində bir layının qonşu layın axmasına göstərdiyi müqaviməti xarakterizə edir. Mayelərin özlülüyü mayeni təşkil edən molekulların quruluşundan və kimyəvi tərkibindən asılıdır.

Üç atomlu spirtin-qliserinin, özlülüyü iki atomlu spirtin-etilenqlikolun özlülüyündən 100 dəfədən də çoxdur. Mayelərin özlülüyündə müşahidə olunan bu fərq onların daxili quruluşu haqqında dolğun informasiya almağa imkan vermir. XX əsrin axırlarından (3) məlum olmuşdur ki, özlülüyün

Düsturuna daxil olan və özlü axının aktivləşmə parametrləri adlanan kəmiyyətlərinin hesablanması və alınan nəticələrin təhlili mayenin (və ya məhlulun) strukturu haqqında informasiya almağa imkan verir.

Qeyd edək ki, mayelərdə özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisi verilmiş təzyiq və temperaturda axın zamanı görülmə işidir. Özlü axının aktivləşmə entalpiya axın prosesini enerji baxımından xarakterizə edir, yəni verilmiş təzyiq və temperaturda suyu axın halına gətirmək üçün sərf olunan tam enerjidir. Məlumdur ki, maye nə qədər strukturlu olsa entropiya (S_s) bir o qədər kiçik olur və axın zamanı dəyişmə daha böyük olur və əksinə.

İşdə məqsəd normal atmosfer təzyiqində (273,15-573,15K) temperatur intervalında suyun özlü axınının aktivləşmə parametrlərini təyin etmək və temperaturdan asılılığını təhlil etmək olmuşdur.



Cədvəl 2-dən göründüyü kimi normal atmosfer təzyiqində su üçün özlü axının aktivləşmə parametrləri temperaturun artması ilə azalırlar. Temperatur artıqca su molekulunun istilik hərəkəti artır, molekullar arasında rabitə zəifləyir, suyun axını asanlaşır. Bütün bunlar yekunda temperaturun artması ilə ΔG_s^* -nin qiymətinin azalmasına səbəb olur. Temperaturun artması ilə ΔG_s^* -nin sükunət halının entalpiyası (H_s) və entropiyası (S_s) artır.

$\Delta H_{\eta}^* > 0$, $\Delta S_{\eta}^* > 0$ olması və temperatur artıqca onarın azalması onu göstərir ki, bütün temperaturlarda $H_a > H_s$ və $S_a > S_s$ şərtləri ödənilir, lakin temperaturun artması ilə onların fərqi azalır.

Müxtəlif təzyiqlərdə suyun özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin temperaturdan asılılıqları şəkil 1,2,3-də göstərilmişdir. Qeyd edək ki, müxtəlif təzyiqlərdə suyun dinamik özlüyünün və sıxlığının temperaturdan asılılığını uyğun olaraq 3-cü işlərdən götürülmüşdür.

Cədvəl 2
Müxtəlif temperaturlarda suyun sıxlığı [2], dinamik özlülüyü [2] və özlü axının aktivləşmə parametrlər

T, K	$\rho, \frac{kg}{m^3}$	$\eta, mPa \cdot san$	$\Delta G_{\eta}^*, \frac{C}{mol}$	$\Delta H_{\eta}^*, \frac{C}{mol}$	$\Delta S_{\eta}^*, \frac{C}{K \cdot mol}$
273,15	999,80	1,7921	9974	21433	41,95
278,15	999,99	1,5193	9774	20218	37,55
283,15	999,73	1,3073	9597	19154	33,75
288,15	999,13	1,1383	9436	18219	30,48
293,15	998,23	1,0020	9292	17397	27,65
298,15	997,07	0,8902	9160	16672	25,20
303,15	995,67	0,7973	9039	16031	23,06
308,15	994,06	0,7191	8928	15462	21,20
313,15	992,24	0,6527	8826	14954	19,57
318,15	990,25	0,5961	8732	14500	18,13
323,15	988,07	0,5471	8645	14092	16,86
328,15	985,73	0,5044	8563	13722	15,72
333,15	983,24	0,4670	8488	13385	14,70
338,15	980,59	0,4339	8416	13076	13,78
343,15	977,81	0,4046	8349	12791	12,94
348,15	974,89	0,3785	8287	12525	12,17
353,15	971,83	0,3551	8228	12276	11,46
358,15	968,65	0,3341	8172	12040	10,80
363,15	965,34	0,3150	8119	11815	10,18
368,15	961,62	0,2978	8071	11598	9,58
373,15	958,38	0,2821	8023	11388	9,02

Ədəbiyyat

1. Физический энциклопедический словарь. Том. 1, М. 1960, 664 с.
2. Краткий справочник физико-химических величин. Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. Ленинград 1983. с. 111.

GÜMÜŞ-GÜMÜŞ SULFİD HİBRİD NANONAQILLƏRİNİN ALINMASI VƏ BƏZİ FİZİKİ XASSƏLƏRİ

Mirsultanova R.M., Hüseynov Ə.H.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)

reyhanmirsultanova@gmail.com

Açar sözlər: gümüş, gümüş sulfid, nanonaqıl, poliol metod

Yarımkeçirici və nəcib metallar əsasında alınmış nanoheterostrukturлар geniş tətbiq imkanlarına malik maraqlı tədqiqat obyektləridir. Gümüş və gümüş sulfid əsasında əldə edilmiş nanoheterostrukturларda bu strukturların qarşılıqlı təsiri gümüş sulfidin qadağan olunmuş zolağının eninin quruluşunu modulyasiya edə bilər. Eyni zamanda, belə strukturларda rekombinasiya proseslərinin mexanizmi də dəyişə bilər. Təqdim olunan işdə Ag-Ag₂S hibrid nanonaqilləri sintez olunmuş və onlar rentgen difraksiyası, Skanedicci Elektron Mikroskopu ilə tədqiq edilmişdir.

Gümüş nanonaqilləri daşına bilən elektronik cihazlar üçün əvəzolunmaz və yüksək keçiriciliyə malikdir. Belə ki, bu materialın geniş tətbiq imkanları vardır [1]. Gümüş sulfidin bu elastik xüsusiyyəti, mexaniki cəhətdən möhkəm və çəvik kontaktların hazırlanmasına kömək edə bilər.

Bu işdə gümüş-gümüş sulfid hibrid nanonaqillərinin alınması və onun bəzi xassələrinin öyrənilməsinə baxılmışdır [2]. Gümüş nanonaqilləri əsasən poliol metodu [3] ilə hazırlanır. Bəzən də sintez üçün bu metodun müxtəlif modifikasiyaları istifadə olunur. Poliol üsul ilə alınmış gümüş nanonaqilləri tərkibində sulfid ionları olan məhlula yerləşdirildikdə, sulfid ionları gümüş nanonaqillərinin səthinə doğru diffuziya prosesi nəticəsində irəliləyir və bu zaman sulfid ionları gümüş nanonaqilləri ilə reaksiyaya girərək, onların səthində gümüş sulfid təbəqəsi əmələ gətirir. Sulfid ionlarının diametri PVP molekulunda olan məsələlərin ölçüsündən kiçik olduğundan onlar asanlıqla PVP təbəqəsindən diffuziya edərək gümüş nanonaqili ilə təmasda olur və nəticədə Ag-Ag₂S hibrid nanonaqilləri alınır. Ag-Ag₂S hibrid nanonaqillərinin morfologiyası Skanedicci Elektron Mikroskopu(SEM) ilə öyrənilmişdir. SEM analizinin nəticələri göstərmişdir ki, Ag-Ag₂S hibrid nanonaqillərinin diametri ilkin təmiz Ag nanonaqillərinin diametrindən böyükdür. Bu da onu göstərir ki, təmiz Ag nanonaqillərinin səthində digər təbəqə Ag₂S yetişdirilmişdir. Alınan hibrid nanoheterostrukturların quruluşu rentgen difraksiyası, kimyəvi tərkibi isə EDAX analizi vasitəsi ilə öyrənilmişdir. Analizin nəticələri səthdə Ag₂S təbəqəsinin formalaşdığını təsdiq etmişdir. Ag₂S təbəqəsinin qalınlığı dəyişdikcə formalaşan yarımkeçirici strukturun qadağan olunmuş zonasının eni də dəyişir. Bu da fotokataliz prosesinin effektivliyinin artmasına səbəb olur. Beləliklə, təqdim olunan işdə göstərilmişdir ki, sulfidləşdirmə vasitəsi ilə asan üsulla Ag-Ag₂S hibrid nanonaqillərinin alınması mümkündür.

Ədəbiyyat

1. X. Shi, H. Chen, F. Hao, R. Liu, T. Wang, P. Qiu, U. Burkhardt, Y. Grin, L. Chen, Nat. Mater., 2018, **17**, 421
2. M. Pnag, J. Hu, H.C. Zeng, J. Am. Chem. Soc., 2010, 132, 10771.
3. Z. Niu, F. Cui, E. Kuttner, C. Xie, H. Chen, Y. Sun, A. Dehestani, K. Schierle-Arndt, P. Yang, Nano Lett., 2018, 18, 5329.

PEPTİD MOLEKULLARININ STRUKTUR TƏŞKİLİ

Əzimova L.Ü., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, I kurs

abbasova1962@mail.ru

Təbii peptid molekulları yüksək spesifikliyi, kiçik konsentrasiyalarda belə təsir göstərmək qabiliyyətinə malikdirlər. Bu xassə liqand və ona uyğun reseptorun mütəhərrik konformasiyaları ilə təyin olunur. Qarşılıqlı təsirdə olan molekulların sferik cəhətdən uyğunluğu fəza quruluşunun spesifikliyi ilə, peptid molekulunun dinamik konformasiyalarının xassələri izah olunur. Peptid molekulunun kimyəvi quruluşu və konformasiya xassələri arasında asılılıqlar təyin olunmuşdur ki, bu da peptid molekulunun funksiyalarını öyrənmək üçün zəruridir.

Peptid molekullarının məhlulda fəza quruluşlarının fiziki-kimyəvi üsullarla təyin edilməsində istifadə edilən müasir interpretasiya imkanları məsələnin həllini həyata keçirə bilmir. Daha etibarlı üsul rentgenstruktur analiz üsuludur. Bu üsulla da molekulun fəza quruluşunu öyrənmək üçün bəzi çətinliklər yaranır. Bu çətinlik kiçik molekul peptidlərin çox az kristallaşma qabiliyyətinə malik olmasındadır. Oligopeptidləri rentgen struktur analizi üsulu ilə tədqiq etmək sadə üzvi molekulları tədqiq etməkdən daha çətinidir. İndiyə qədər rentgen struktur analizi ilə daha sadə təbii və süni makromolekullar tədqiq edilmişdir.

Diffuziyanın sürəti həlledicinin molekullarının nazik membranlardan keçərək molekulyar quruluşu dəyişməyə imlan verir. Lakin diffuziyanın sürətini kifayət qədər dəyişməklə molekulların fəza quruluşu haqqında nəticə əldə etməyə şərait yaratmır. Maqnit nüvə rezonansı və spektroskopiya üsulu nəinki molekulların müxtəlif funksional qruplarındakı elektrik yüklərinin paylanmasını analiz etməyə imkan verir, hətta fəza quruluşundakı bəzi detalları üzə çıxarır.

Optik fırlanma dispersiyası və dairəvi dixroizm üsulları peptidlərin fəza quruluşlarının dəyişməsinə daha həssasdır. Ona görə də bu üsullar daha geniş tətbiq olunur.

NH qruplarının hidrogen rabitəsində iştirakı ilə peptidin digər həlledicilərdə infraqırmızı spektrlərinin öyrənilməsi molekullar daxilində hidrogen rabitəsinin qurulmasında istifadə edilə bilər.

Maqnit nüvə rezonansı spektroskopiya peptidlərin fəza quruluşu haqqında kifayət qədər məlumat verir. Maqnit nüvə rezonansı spektrinin ümumi görünüşü peptidin mümkün olan konformerlərinin sayı haqqında məlumat verir, həmçinin onların həndəsi quruluşu, daha doğrusu simmetriyasını aşkar etmək olar. Prinsipcə maqnit nüvə rezonansı üsulunun köməyi ilə əsas və yan zəncirin ikiüzlü bucaqlarını təyin etmək olar. Belə ki, peptid molekullarının fəza quruluşlarının təyində bəzi çətinliklər meydana çıxır. Bu ikiüzlü bucaqlardan asılı olan sabitlərin periodikliyindən ibarətdir. Sabitin verilmiş qiymətinə ikiüzlü bucağın bir neçə qiyməti uyğun gələ bilər.

Peptid molekullarının strukturunu tədqiq etmək üçün ilk növbədə sərbəst amin turşu qalıqlarında atomlar arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvələrinin rolunu təyin etmək lazımdır. Amin turşu qalıqlarının konformasiya imkanları oliqopeptidlərin fəza quruluşlarının öyrənilməsində əsas rol oynayır.

Ədəbiyyat

1. Попов Е.М. Подход к решению проблемы структурно-функциональной организации природных пептидов //Молекуляр.биология. - 1985. - Т.19. I С.1107-1138.

NƏZƏRİ KONFORMASIYA ANALİZİ ÜSULU

Qədəşova F.M., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, I kurs

abbasova1962@mail.ru

Biomolekulların fəza quruluşunun öyrənilməsində ən çox tətbiq olunan üsul nəzəri konformasiya analizi üsuludur. Bioloji molekulun konformasiya analizini aparmaq, onun ala biləcəyi müxtəlif fəza quruluşlarını (konformasiyalarını) və hər hansı fəza quruluşuna (konformasiyaya) uyğun gələn enerjini təyin etmək deməkdir. Nəzəri konformasiya analizi üsuluna həmçinin atom-atom potensial funksiyalar üsulu, molekulyar mexanika üsulu, yarımempirik qüvvə sahəsi üsulu və.s kimi adlandırılır. Qeyd etmək lazımdır ki, nəzəri konformasiya analizi üsulu molekulun mexaniki modelinə əsaslanmışdır. Bu üsulun köməyi ilə molekulların həndəsi parametrlərini, qarşılıqlı təsir enerjilərini, atomlar arasında yaranan hidrogen rabitələri və onların enerjiləri haqqında dəqiq məlumat almaq olar.

Nəzəri konformasiya analizi üsulu aşağıdakı bəndlərlə xarakterizə olunan atomun mexaniki modelinə əsaslanır:

1. Molekul, bir-biri ilə qarşılıqlı təsirdə olan sərt rabitə ilə bağlı atomlar sistemi kimi qəbul edilir;
2. Valent rabitəsində olmayan atomların molekul daxili qarşılıqlı təsirləri mərkəzi xarakter daşıyır;
3. Hər bir atom üçün udeal valent bucaqları mövcuddur, yəni hər bir atomun mərkəzindən qeyri-valent qarşılıqlı təsir olmadıqda mövcud olan istiqamətə uyğun valent xətləri keçirmək olar.
4. Valent bucaqlarının ideal qiymətlərdən kənara çıxmaları böyük enerji sərfi tələb edir.

Peptid molekulunda mövcud olan müxtəlif növ molekullararası qarşılıqlı təsirləri (bura qeyri-valent, elektrostatik, torsion və hidrogen rabitələri daxildir) və onların atomlararası məsafədən asılılıqları nəzərdən keçirilir.

Nəzəri konformasiya analizi üsulunda biomolekulun fəza quruluşunu tədqiq etmək üçün molekul kiçik fraqmentlərə bölünməlidir (di-, tri-, tetrapeptidlərə). Bəzən fraqment özü böyük əhəmiyyət kəsb edir. Çünki o molekula xas bütün xüsusiyyətləri özündə saxlıya bilər. Biz əvvəlcə ayrı-ayrı fraqmentlərin həndəsi və enerji parametrlərini öyrənməliyik, daha sonra isə üst-üstə düşən hissələr əsasında bütöv molekulun fəza quruluşunu tədqiq etməliyik.

Nəzəri konformasiya analizi üsulunda atomların qeyri-valent qarşılıqlı təsirləri Skott və Şeraqanın parametrlər sistemindən istifadə edilməklə Lennard-Consun potensialı vasitəsilə verilir:

$$U_{q-v} = -A r_{ij}^{-6} + B r_{ij}^{-12}$$

burada r_{ij} - i və j atomları arasındakı məsafədir, A və B isə qarşılıqlı təsirdə iştirak edən i və j atomlarının növündən asılı olan parametrlərdir. Qarşılıqlı təsir potensialı üçün müxtəlif parametrlər toplusu mövcuddur və bu parametrlərin qiyməti, əsasən, müxtəlif təcrübi nəticələrdən (spektral, kalorimetrik, kristalloqrafik) və kvant-kimyəvi hesablamalardan asılı olaraq seçilir.

Ədəbiyyat

1. Biofizika, v.50, N 2, 2005, p.203-14
2. Biofizika, v.50, N 3, 2005, p.404-12
3. Qocayev.N.M., Molekulyar fizika/Bakı: 2010
4. Məsimov E.A., Maddə quruluşu/Bakı: 2011

SU-SAXAROZA SİSTEMİNİN STRUKTUR XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Balakışiyeva M.D., Paşayev B.G.*

Bakı Dövlət Universiteti

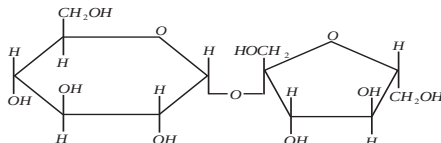
Fizika fakültəsi, II kurs

Mesumebalakisiyeva7@gmail.com

Açar sözlər: Saxaroza, özlü axının aktivləşmə parametrləri, struktur temperaturu, hidrogen rabitəsinin enerjisi.

İşdə saxarozanın sulu məhlulunun viskozimetr, piknometr və İQ spektrometr metodları ilə 293,15-323,15 K temperatur və 0-60% kütlə payı konsentrasiya intervalında struktur xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Təcrübi nəticələrdən istifadə edərək tədqiq olunan sistemin baxılan temperatur və konsentrasiyalarda özlü axınının aktivləşmə parametrləri, struktur temperaturu, su molekulları arasındakı hidrogen rabitəsinin enerjisi və uzunluğu hesablanmışdır və bu parametrlərin konsentrasiyadan asılılıqları təhlil olunmuşdur. Alınan nəticələrin təhlili göstərir ki, saxarozanın konsentrasiyasının artması ilə məhlul daha strukturlaşmış hala keçir.

Saxaroza ($C_{12}H_{22}O_{11}$) molekulu iki monosaxariddən-altıüzlü tsiklik qlükozanın α -formasından və beşüzlü fruktozanın β -formasından təşkil olunmuşdur. Onlar arasındakı rabitə hidroksid qrupları vasitəsilə yaranır (şəkil 1) [1].



Ədəbiyyat

1. Məsimov, Həsənov H.Ş., "Bioloji sistemlərin termodinamikası", Bakı, 2007, 411 s.
2. Məsimov E.Ə., Paşayev B.G., Həsənov H.Ş. Suyun özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin temperaturdan və təzyiqdən asılılığı. Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2010, № 3, s.109-116.

BÖLMƏ III

BƏRK CİSİMLƏR FİZİKASI

İŞIQDA VƏ QARANLIQDA $\text{Pd}_2\text{Si}/\text{n-Si}$ ŞOTTKI DİODU AC-KEÇİRİCİLİYİNİN (σ_{ac}) GƏRGİNLİKDƏN ASILILIĞI

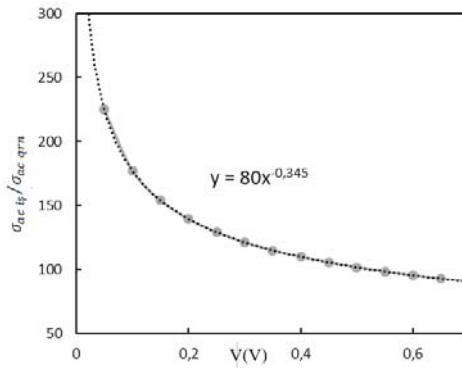
Rasulova A.R., Əfəndiyeva İ.M.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
afandiyeva@mail.ru*

Açar sözlər: Şottki diodları, $\text{Pd}_2\text{Si}/\text{nSi}$, keçiriciliyə işığın təsiri, ac-keçiricilik.

Ucuz başa gələn, kiçik həndəsi ölçülü cihazların yaradılması müasir elm və texnikanın inkişafı qarşısında dayanan məsələlərdən biridir [1]. Təqdim olunmuş araşdırmada kiçik ölçülü ($8 \times 10^{-6} \text{sm}^2$) $\text{Pd}_2\text{Si}/\text{n-Si}$ Şottki diodlarının qaranlıqda və ağ işıqda ac-keçiriciliyinə (σ_{ac}) sabit gərginliyin təsiri tədqiq edilmişdir. Tədqiqat obyektini seçməndə üstünlüklər nəzərə alınmışdır. Termik tozlandırma və fotolitoqrafiya texnoloji metodlardan istifadə etməklə yaradılan $\text{Pd}_2\text{Si}/\text{n-Si}$ Şottki diodlarında TiW amorf diffuzion baryer yerləşdirilmişdir. Yarımkeçirici altlıq olaraq Si(111) 0.70 msm seçilmişdir. σ_{ac} -in hesablanması üçün diodun tutum və gətirilmiş keçiriciliyin (müvafiq olaraq C–V və G/ω–V) gərginlikdən asılılığının yüksək tezlikli LCR-metr HP4275A (Hewlett Packard) sabit (0÷5V) və sinusoidal signal (20mV, 500kHz) verilməklə qaranlıqda və müxtəlif intensivlikli ($W=5 \text{ mVt/sm}^2$ – 20 mVt/sm^2) işıqlandırma şəraitində ölçülmüşdür [2]. Tədqiqat nəticəsində (300K) aşkar edilmişdir ki, qaranlıqda və müxtəlif intensivlikli işıqlandırmada σ_{ac} tətbiq olunan gərginlik qiymətindən asılılığı dəyişir. Gərginlik (0–0,7)V çərçivəsində dəyişdikdə işıqda və qaranlıqda alınmış σ_{ac} -in qiymətlərinin nisbəti aşağıda göstərilən ifadə ilə təsvir olunur [2,3]:

$$\frac{\sigma_{ac \text{ işq}}}{\sigma_{ac \text{ qrn}}} = 80V^{-0,345}$$



Şəkl.1. Pd_2Si/nSi Şottki diodu üçün alınmış $\frac{\sigma_{ac} i_{sq}}{\sigma_{ac} q n}$ nisbətinin gərginlikdən asılılığı

Alınan nəticələr $Pd_2Si/n-Si$ Şottki diodlarını xarakterizə edən σ_{ac} -ın gərginlikdən və işıq intensivliyindən asılılığı yeni cihazların yaradılmasında istifadə oluna bilər.

Ədəbiyyat

1. Зи С.М. Физика полупроводниковых приборов. М.: Мир, 1984, часть 1, с.130-450.
2. I.M.Afandiyeva, Dökme İ., Altındal Ş. et.al. The frequency and voltage dependent electrical characteristic of Al-TiW-Pd2Si/n-Si structure using I-V, C-V and G/w-V measurements. Microelectronic Engineering, 85, 2008, 365.
3. I.M.Afandiyeva, Üslü H., Dökme İ., et.al. Illumination effect on I-V, C-V & G/w-V characteristics of Al-TiWPd2Si/ n-Si structures at room temperature. Surface and Interface Analysis. 42(2010) 807-811.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НАНОКРИСТАЛЛОВ

Рагимли К.М., Гаджиева Л.С.*

*Бакинский Государственный Университет
Физический факультет, I курс
rehimlikubra9@gmail.com*

Ключевые слова: анизотропия, наночастица.

Брэдли Фахльман, химик из Университета Сентрал Мичиган в США описал нанокристалл как любой наноматериал, по крайней мере, с одним измерением 100 нм. Это по его выражению - единичный кристалл. Более точно, любой материал с размерами меньше, чем 1 микрометр, то есть, 1000 миллимикронов, должен упоминаться как наночастица, но не нанокристалл. В случае трехмерного расположения атомов в пространстве элемента твёрдого вещества логично вытекает название - нанокристалл. Были обнаружены также прозрачные наночастицы, сделанные с цеолитом используются в качестве фильтра, для перевода сырой нефти на дизельное топливо. Элементы, изготовленные из нанокристаллов, применяются в качестве различных преобразователей в радиоэлектронике, квантовой электронике, акустике, вычислительной технике. Первоначально использовались природные нанокристаллы, однако сейчас существуют различные методы выращивания. Химики из Университета Рочестера создали рекордно долгоживущую систему для производства водорода при помощи энергии солнечного света. Они использовали нанокристаллам полупроводников, которые способны поглощать свет определенной длины волны и получили довольно эффективную систему, в которой почти каждый третий поглощенный квант использовался для производства водорода. Водород часто рассматривают как перспективную замену ископаемому топливу в качестве аккумулятора энергии. В мировых научных центрах ученые ведут исследования по созданию вакцины от вируса SARS-CoV-2. Кевин Макхью из Массачусетского технологического института вместе с коллегами предложил записывать историю прививок непосредственно в теле человека, чтобы избавить врачей от необходимости вести документацию. Исследователи предположили, что вместе с вакциной можно вводить под кожу человека красители, которые будут сохраняться там годами. Краситель-вещество содержит квантовые точки-нанокристаллы на основе меди величиной около 4 нм, которые заключены в прозрачные биосовместимые капсулы и отражают ближний инфракрасный свет. Прочитать информацию о вакцинации можно будет с помощью смартфона. Нанокристаллы безопасны. Ученые использовали ядра из меди, индия и серы, а оболочку-из алюминия и сульфид цинка. Им удалось откалибровать наночастицы так, чтобы они излучали в инфракрасном диапазоне. Затем их проверили на обесцвечивание: после дозы солнечного света. наночастицы сохранили около 13 процентов своей первоначальной интенсивности свечения.

Наночастицы заключили в полимерные капсулы, не вызывающие иммунного отторжения в коже. Для укола использовали растворимые микроиглы. А чтобы идентифицировать кристаллическую метку в коже, они собрали простую конструкцию из инфракрасного диода, который светит на кожу из смартфона. Авторы рассчитывают, что их разработка сможет упростить задачу ведения медицинской документации.

Литература

1. Fahlman, B. D. Materials Chemistry; Springer: Mount Pleasant, MI, 2007; Vol. 1, pp 282-283.

$TlIn_{0,97}Dy_{0,03}Se_2$ BƏRK MƏHLUL KRİSTALINDA YÜKDAŞIYICILARIN SƏPİLMƏ MEXANİZMİ

Davudova N.F., Nurullayev Y.Q.*

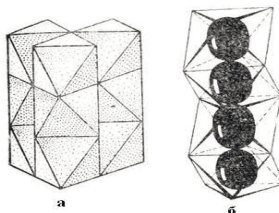
Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)

nigar.davudova@inbox.ru

Açar sözlər: üçqat birləşmə, bərk məhlul kristalı, lantanoid elementi, relaksasiya müddəti, akustik fononlar.

$TlInSe_2$ üçqat birləşmələri əsasında bərk məhlul kristallarının alınması və onların fiziki xassələrinin tədqiqi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. İşdə $TlIn_{0,97}Dy_{0,03}Se_2$ bərk məhlul kristalı alınmış, nümunənin istilik və termoelektrik xassələri tədqiq olunaraq bu tip birləşmələrdə yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmi müəyyənəndirilmişdir. Bu birləşmələr geniş praktik tətbiqə malikdir. Onlar əsasında alınan bərk məhlullardan yaxın infraqırmızı şüalanma, rentgen, qamma, neytron şüalanmalarının detektorları, günəş enerji çeviriciləri, termoelementlər, yaddaşlı çeviricilər və s. kimi cihazlar işlənilib hazırlanmasında istifadə olunur.



Şəkil 1. Zəncirvari struktur ailəsi.

$TlIn_{1-x}Dy_xSe_2$ tipli birləşmələr tetraqonal sinqoniyada kristallaşır və onlarda iki struktur vahidi mövcuddur (şəkil 1). Bu tip birləşmələrdə kimyəvi cəhətcə əsas struktur vahidi tetraedr hesab edilir və yalnız bu tetraedrlər arasında ikinci vahidin-səkkiztəpəlinin tiplinin və yaxud burulmuş kubun formalaşması baş verir. $TlIn_{0,97}Dy_{0,03}Se_2$ birləşməsində Dy və In atomları üçvalentlidirlər və onların ion radiusları yaxındır. Kristalda yükdaşıyıcıların qeyri-tarazlıq prosesləri qəfəs rəqsləri və müxtəlif xarakterli defekt mərkəzlərinin qarşılıqlı təsir mexanizmindən kəskin asılıdır. Dispersiyanın kvadratik qanununa tabe olan yarımkeçiricilər üçün bir sıra hallarda relaksasiya müddətinin yükün enerjisindən asılılı olur [1].

Yüksək temperaturlarda ($kT \gg \hbar\omega$) atom qəfəsli yarımkeçiricilərdə yükdaşıyıcıların səpilməsində əsas rolu uzununa akustik fononlar oynayır. İon qəfəsli yarımkeçiricilərdə elektronların optik fononlarla qarşılıqlı təsiri, onların akustik fononlarla qarşılıqlı təsirindən çox güclü olur. Aşağı temperatur oblastında akustik, eləcə də optik fononlar zəif həyəcanlanırlar. Bu halda elektronların səpilməsi ionlaşmış aşqarlardan baş verir. Alçaq temperaturlarda aşqarlar ionlaşdığından

elektronların neytral atomlardan səpilməsi əsas rol oynayır. Bu halda da τ -relaksasiya müddəti ε -enerjidən asılı olur. Elektronların optik fononlardan səpilməsi iki intervala bölünür: aşağı temperaturlarda ($\hbar\omega_0 \gg kT$), yüksək temperaturlarda, yəni $\hbar\omega_0 \ll kT$ [2].

Ədəbiyyat

1. Керимова Э.М. Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов. Баку, Изд. Элм. 2012, 608 с
2. Ламперт М.А. Инжекционные токи в твердых телах: //М.: Мир, 1973, 200с.

TlInSe₂ KRİSTALININ TERMoeLEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ DY ELEMENT ATOMLARININ TƏSİRİ

Davudova N.F., Nurullayev Y.Q.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
nigar.davudova@inbox.ru*

Açar sözlər: bərk məhlul, termoelektrik h.q., həcmi yüklər, tutma mərkəzləri, səpilmə mexanizmi.

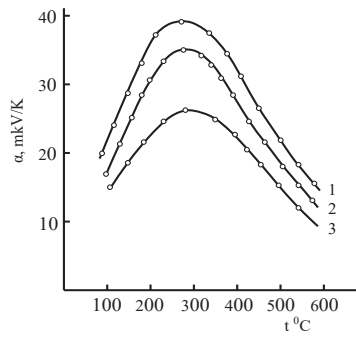
TlInSe₂ birləşməsində “c” oxuna nəzərən defektlərin paylanma konsentrasiyasının (10^{16} - 10^{17} sm⁻³) müxtəlifliyi TlInSe₂ kristallarının kimyəvi və fiziki xassələrin anizotropluğuna səbəb olur. Qeyd olunan mexanizmlərin aydınlaşdırılması üçün nizamlı quruluşa malik monokristalların alınması və müxtəlif xarici amillərin termoelektrik xassələrinə təsirinin öyrənilməsi vacibdir. TlInSe₂ kristalları γ -şüalarına davamlı diod tipli fotoqəbuledicilərin, yaddaş elementləri və çeviricilərin hazırlanmasında istifadə olunur.

Tədqiqat işində müxtəlif atom faizli Dy element atomu əlavə olunmuş TlIn_{1-x}Dy_xSe₂ (x; 0,01, 0,03, 0,05 at. %) bərk məhlul kristalı alınmış Dy atomlarının kristalın termoelektrik xassələrinə 100-600 K temperatur intervalında təsiri tədqiq olunmuşdur.

TlInSe₂ monokristallarında həcmi yüklə məhdudlanmış cərəyan, yaddaş və çeviricilik effektləri, məxsusi fotocərəyanın termik və optik sönmə effektləri kristalların qadağan olunmuş zonasında olan müxtəlif təbiətli t-tutma, r- və s-rekombinasiya mərkəzlərinin mərhələli dolub-boşalması ilə bağlıdır; TlInSe₂ monokristallarının qadağan olunmuş zonasında yerləşən akseptor tipli tutma mərkəzinin mövcud olması qaranlıq cərəyanın 300-400 K temperatur intervalında termik sönməsinə şərait yaradır. Termo e.h.q. mürəkkəb kinetik parametrdir, hətta maddədəki yükdaşıyıcılar eyni tipli olduqda belə olduqda çoxlu parametrlərdən asılı olur [1].

Zona nəzəriyyəsinə görə sabit potensiallı parabolik zona halında termo.e.h.q yükdaşıyıcıların konsentrasiyası və onların səpilmə mexanizmindən asılıdır. Bir növ yük-daşıyıcıları olan cırılmış elektron qazı üçün α -kəmiyyəti $\alpha = \frac{k}{e}(A - \ln n)$

ifadəsi ilə təyin olunur. Termo.e.h.q.-nin temperatur asılılığının öyrənilməsi yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının temperatur asılılığı haqqında fikir söyləməyə imkan verir. Keçiricilikdə həm elektron, həm də deşiklərin iştirak etməsini sübut edir və hər iki növ yükdaşıyıcılar termo.e.h.q.-nə öz əlavəsini verir. Elektron və deşiklər əks işarəli olduğundan onlar termo.e.h.q.-nin temperatur asılılığına da kəskin təsir edir [2]. Şəkil 1-də müxtəlif tərkibli TlIn_{1-x}Dy_xSe₂ bərk məhlul kristalı üçün termo .e.h.q.-nin temperatur asılılığı verilmişdir.



Şəkil 1. $\alpha = f(T)$ asılılığı. 1-0,01; 2-0,3; 3-005 at. %

Ədəbiyyat

1. Керимова Э.М. Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов. Баку, Изд. Элм. 2012, 608 с
2. Ламперт М.А. Инжекционные токи в твердых телах: //М.: Мир, 1973, 200с.

Ga_2S_3 MONOKRİSTALININ ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİ

Qurbanova N.E., Həsənova L.H.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
nuranequrbanova9898@gmail.com*

Açar sözlər: parabolik zona, effektiv kütlə.

Məlumdur ki, məxsusi yarımkeçiricidə elektrik keçiriciliyi

$$\ln \sigma = A + \frac{1}{2} \ln (N_c N_v) - q \ln T - \frac{E_{g0}}{2k} \frac{1}{T} \quad (1)$$

ifadəsi ilə təyin olunur. Burada N_c və N_v uyğun olaraq keçirici və valent zonasında hal sıxlıqları, E_{g0} -0K temperaturda qadağan olunmuş zolağın eni, q-yüritmə qatılığı temperatur asılılığının göstəricisidir, A-temperaturdan asılı olmayan sabitdir. Aşqar keçiriciliyi də anoloji ifadə ilə xarakterizə olunur.

Yarımkeçiricinin parabolik zonaya malik olduğunu qəbul etsək və ya effektiv kütlələrin orta qiymətindən istifadə etsək onda (1) ifadəsi aşağıdakı şəkili alır.

$$\ln \sigma = c \ln (m_n m_p) + \left(\frac{3}{2} - q \right) \ln T - \frac{E_{g0}}{2k} \frac{1}{T} \quad (2)$$

m_n və m_p -elektron və deşiklərin effektiv kütləsidir. (2) ifadəsindən görünür ki, $\ln \sigma$ -nın $\frac{1}{T}$ -dən asılılığına uyğun xəttin meylinin tangensini təyin etməklə E_{g0} -ı təyin etmək olar.

Baxılan işdə Ga_2S_3 monokristalında parametrləri təyin etmək, həmçinin keçiriciliyin mexanizmini müəyyənləşdirmək üçün dəyişən elektrik sahəsində elektrik keçiriciliyin temperaturdan asılılığı öyrənilmişdir. Nümunələrin xüsusi müqaviməti 10^9 - 10^{11} om·sm, tətbiq olunan gərginlik $20 \frac{V}{sm}$ -dən böyük olmamışdır. Belə yüksəkumlu nümunələrdə elektrik keçiriciliyi ölçmək üçün xüsusi kompensasiya üsulundan istifadə olunub.

Ga_2S_3 Kristalının elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığından hesablanmış qadağan olunmuş zolağının eni (2.80-2.84)eV intervalında olmuşdur. Alınmış qiymət cərəyanın axma istiqamətindən asılı olmaqla $E_{g2} - E_{g1} \sim 1$ eV olmuşdur.

Qadağan olunmuş eninin temperatur əmsalı $-6 \cdot 10^{-4} \frac{eV}{dər}$ olmuşdur. Aşağı temperaturalarda hal sıxlıqlarının quyruğu əsasən boş olduğundan

$$\Delta E_{mak} = E_g - \Delta E_a$$

ifadəsinə əsasən qadağan olunmuş zolağın eninin temperatur əmsalını izah etmək olar. Belə ki bu kristalda zonalararası keçid deyil akseptor səviyyəsindən keçirici zonaya keçid baş verir.

Ədəbiyyat

1. Гасанлы Ш.М., Бахышов А.Э., Гасанлы Н.М., Мусаева Л.Г. Схема для измерения электрических параметров высокоомных полупроводников. Уч.зал. АГУ им. С.М.Кирова, сер.физ.мат.наук 1973, N=2,63-64
2. Грибковский В.И., Теория поглощения и испускания света в полупроводниках, Минск.: Наука и техника ,1975, 460с

GaTe MONOKRİSTALLARININ ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNİN TƏDQIQI

Hüseynova İ.F., Abasova A.Z.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
ilahe5999@gmail.com*

Açar sözlər: məxsusi keçiricilik, lokal səviyyə, qadağan olunmuş zona.

GaTe kristalı 2 modifikasiyada kristallaşır.

1)Kubik sinqoniyada, fəza qrupu S43m, qəfəs sabitləri $a=0.78\text{nm}$; $z=1.33$

2)Rombik sinqoniyada, qəfəs sabitləri $a=0.417\text{nm}$; $b=2.366\text{nm}$; $c=1.252\text{nm}$; $z=8$. Ərimə temperaturu $790\div 810^\circ\text{C}$. Bu halda faza keçidi baş verir.

Məlumdur ki, həm elementar, həm də yarımkeçirici birləşmələrin fiziki xassələrinin tədqiqi və onların parametrlərinin təyini üçün ən geniş yayılmış üsullardan biri elektrik keçiriciliyinin temperaturdan asılılığının tədqiqidir. Elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığına görə qadağan olunmuş zolağın eni və aşqar səviyyələrin dərinliyi təyin olunur.

Tədqiq olunan birləşmə, tərkibində asan uçucu maddələrin olduğu xüsusi texnologiya ilə sintez olunmuşdur. Bu texnologiyaya görə içərisinə, valentliyə uyğun miqdarda maddə yığılaraq havası sorulub, ağzı lehimlənmiş ampulanın 1/3-i, əvvəlcədən ərimə temperaturu alınmış sobanın içərisinə yerləşdirilir. Selen buxarı ampulanın boş hissəsinə toplanır, orada soyudularaq damcı şəklində geri qaydır və beləliklə reaksiya sürətlə gedir. Sintez olunmuş homogen birləşmənin monokristal yavaş soyutma üsulu ilə göyərdilir. İki monokristal bloklardan elektrikkeçiriciliyini ölçmək üçün ölçüləri $(1\div 2)\times(3\div 5)\times(10\div 15)\text{mm}^3$ ölçüdə nümunələr kəsilir. Onlara gümüş pastadan elektrik kontaktları qoyulur. Zondlar üçün nümunənin yan səthlərində diametri $0.1\div 0.2\text{ mm}$ və 0.1 mm dərinliklər yonulur. Onların baş hissələrindəki məsafə nümunənin enindən 1.5 dəfə kiçik olmamalıdır. Yarıqlar arasındakı məsafə $3\div 5\text{ mm}$ olur. Kontaktlar qoyulmazdan əvvəl və sonra nümunələr çox diqqətlə yuyulur, əks halda aşağı temperaturlarda səth keçiriciliyinin rolu böyük olur. Aydındır ki, elektrik keçiriciliyi aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$\sigma=10^4\frac{i(mkA)\Delta l(mm)}{\Delta V_\sigma(mkV)h(mm)b(mm)}$$

Elektrik keçiriciliyi, nümunədən bir neçə mkA cərəyan buraxmaqla ölçülür. Ölçülən nümunələrdə keçiricilik temperaturdan asılı olaraq eksponensial artır və iki meyl müşahidə olunur. Bu meyillərə uyğun xəttlərin tangensindən enerjilər hesablanmışdır. Nisbətən aşağı temperaturlardan 0.34 eV , sonra kəskin artma oblastından isə 1.7 eV tapılmışdır. Böyük enerji olan 1.7 eV GaTe kristalının qadağan olunmuş zolağının eni, 0.34 eV enerjisi isə aşqar səviyyəsinin dərinliyidir.

Ədəbiyyat

1. M.M. Zərbəliyev, Yarımqeçiricilər fizikası, Bakı-2008, 455s
2. V.I.Tahirov, Yarımqeçiricilər fizikasının əsasları, Bakı-1984, 325s

**$TlIn_{0,95}Dy_{0,05}Se_2$ BƏRK MƏHLUL KRİSTALINDA İNJEKSIYA
CƏRƏYANININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ**

Rüstəməzadə N.Ə., Nurullayev Y.Q.*, İsmailova R.N.*

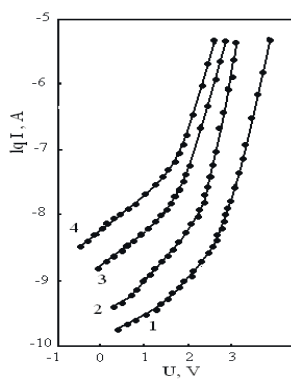
Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)

Açar sözlər: bərk məhlul, zəcirvari quruluş, lantanoid, injeksiya cərəyanı, tutma mərkəzi, volt-ampere xarakteristikası.

Son vaxtlar alınan $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ tip birləşmələr sinfinə daxil olan $TlInSe_2$ tipli bərk məhlul kristallarına geniş maraq yaranmışdır. $TlInSe_2$ kristalı defektli kristaldır. Zəcirvari quruluşlu $TlInSe_2$ kristallarda defektləri kompensasiya etmək üçün kristala lantanoid əsaslı element atomları əlavə edilir. Bu tip materialın yarımkəçirici xassələri yükdaşıyıcıların konsentrasiyasından, kristalda yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmindən, qadağan olunmuş zonanın quruluşundan, istilikkeçirmənin mexanizmindən kəskin asılıdır. Belə xarakterik kəmiyyətlər tədqiq olunan materialı digər materiallarla müqayisə etməyə, onların uyğun xassələri arasındakı fərqi aşkar etməyə və bu materialların tətbiq sahəsini müəyyənləşdirməyə imkan verir.

$TlInSe_2$ bərk məhlul kristallarının elektrik xassələri, kristal qəfəsin periodikliyi pozan və atomların yerləşməsində lokal dəyişmələr yaradan defektlərin konsentrasiyasından asılıdır. Kontakt omik olduqda volt-ampere xarakteristikası xəttidir. Amma nümunəyə tətbiq olunan xarici sahə artdıqda kontakt qeyri omik olur. Güclü elektrik sahəsinin təsiri altında elektrodlar arasında axan yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının artması hesabına kontaktlardan axan cərəyan sıxlığı kəskin artır. Volt-ampere xarakteristikasındakı qeyri xəttiliyin başqa bir səbəbi qadağan olunmuş zonada müxtəlif təbiətli tutma mərkəzlərinin olmasıdır. Məsələn, tutma mərkəzləri kristala vurulmuş müxtəlif xarakterli element atomları – aşqarlar, defektlər, dislokasiyalar və digər növ qəfəs defektləri ola bilər. Bu defektlər qadağan olunmuş zonada əlavə lokal səviyyələr yaradır. Əgər yaranan tutma mərkəzi müsbətdirsə, onda belə mərkəz elektron üçün tutma mərkəzi rolunu oynayacaq. Belə tutma mərkəzləri qadağan olunmuş zonada Fermi səviyyəsi ilə valent zonanın aşağısında tutma enerji səviyyələrinin yaranmasına səbəb olur. Tutma səviyyələrinin dərinliyi kifayət qədər geniş intervalda dəyişə bilər. Əgər tutma mərkəzlərinin enerjisi kT enerji tərtibindədirsə onda belə səviyyələr dərin tutma mərkəzləri, enerjisi kT enerjisindən kiçik olan səviyyələr isə dayaz tutma mərkəzləri adlanır. Şəkil 1-də $TlIn_{0,95}Dy_{0,05}Se_2$ – kristalının nazik təbəqəsinin müxtəlif temperaturlarda volt-ampere xarakteristikası göstərilmişdir [1].



Şəkil 1. $TlIn_{0.95}Dy_{0.05}Se_2$ kristalının volt-ampere xarakteristikaları. 1-100 K; 2-300 K; 3-400 K; 4-600 K.

Ədəbiyyat

1. Керимова Э.М. Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов. Баку, Изд. Элм. 2012

TlIn_{1-x}Dy_xSe₂ (x: 0,01, 0,03, 0,05) BƏR MƏHLUL KRISTALLARININ ALINMASI VƏ HAL DİAQRAMI

Rüstəməzadə N.Ə., Nurullayev Y.Q.*, İsmailova R.N.*

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

Açar sözlər: lantanoid əsaslı, bərk məhlul kristalı, hal diaqramı, zona əritmə üsulu, struktiv motivi, mikrostruktur.

Mikroelektronika sahəsində perspektivli materiallardan biri də lantanoid əsaslı $TlInSe_2$ bərk məhlul kristalıdır. Bu tip birləşmələr əsasında alınan bərk məhlul kristalları infraqırmızı şüalanma, rentgen, qamma, neytron şüalanmalarının detektorları, günəş enerji çeviriciləri, termoelementlər, yaddaşlı çeviricilər və s. kimi cihazlar işlənilib hazırlanmasında perspektivli materiallar sayılır. Tərkibində lantanoidlər olan belə birləşmə və bərk məhlullar yüksək mexaniki bərkliyə, kifayət qədər yuxarı ərimə temperaturuna malik olub, hətta yüksək temperaturlarda belə öz yarımkeçirici xassələrini saxlayırlar. Yeni yarımkeçirici materiallar axtarışı adətən məlum birləşmələrin kristalloquruluş qruplarının genişləndirilməsi istiqamətində aparılır.

Bu baxımdan $TlSe$ -in kristal qəfəsi xüsusi maraq kəsb edir. $TlSe$ tipli qəfəsdə tallium atomları dəyişkən valentlilik göstərir. Bu qəfəs $TlSe \rightarrow Tl^+[Tl^{3+}Se_2]$ kimi iki struktur vahidindən təşkil olunmuşdur. Onlarda həndəsi baxımdan həlledici rolu oktaedr, kimyəvi baxımdan isə tetraedr oynayır. Uyğun olaraq $TlSe$, $InSe$ kimi birləşmələrdə kristallıq quruluşun formalaşmasında oktaedrdə birvalentli tallium və indium ionları, yarımkeçirici xassələr isə əsas etibarilə tetraedrdə üçvalentli tallium, indium ionarı ilə müəyyən olunur. $TlSe - Tl_2Se_3$ tipli qəfəslərdə yarımkeçirici parametrləri idarə etmək məqsədilə tallium atomları lantanoid atomları ilə əvəz olunur. Bu birləşmələrdə lantanoid atomları adətən üçvalentlilik göstərir və onların ion radiusları 3 valentli indium ionlarının radiusuna yaxındır. Ona görə də $TlSe$ qəfəslərində uyğun əvəzləmə həyata keçirməklə yeni birləşmə və bərk məhlul almaq mümkündür. Bu birləşmələrdə halkogen atomlarının xarici elektron təbəqəsi Tl -un $6p^1$, indiumun $5s^25p^1$ və lantanoidlərin $5d^15s^2$ - elektronları hesabına neytral arqon, kripton və ksenon kimi tamamlanır [1].

İşdə $TlInSe_2 - TlLnSe_2$ bərk məhlul sisteminin sintezi üçün təmizlik dərəcəsi 99,98 % dən aşağı olmayan ilkin materiallardan istifadə olunmuşdur. Sintezdən əvvəl komponentlər ayrı ayrılıqda zona təmizləmə üsulu ilə oksid və kənar qarışıqdan təmizlənmişdir. $TlInSe_2$ $TlDySe_2$ sistemi üçün uyğun konsentrasiya tərkibinin 0÷15 mol % intervalı üçün hal diaqramı qurulmuş və tərkibdə $TlDySe_2$

birləşməsinin maksimum həll olması 11 mol % tərtibində olması müəyyən olunmuşdur. Monokristallar zona əritmə üsulu ilə Bricmen metodu ilə alınmışdır. Mikrostruktur, diferensial – termik və rentgenofaza analizlərinin nəticələrinə əsasən $TlInSe_2 - TlDySe_2$ sistemlərinin hal diaqramları qurulmuş və hal diaqramında bərk məhlul oblastı müşahidə olunmuşdur. Alınan $TlInSe_2$ birləşməsinin kristallik quruluşunun təhlili göstərdi ki, Se-nin koordinatının cüzi dəyişməsi zamanı $TlInSe_2$ -nin struktur motivi $TlSe$ -nin struktur motivini təkrarlayır. $TlInSe_2 - TlLnSe_2$ bərk məhlullarında lantanoidlərin konsentrasiyası artdıqca lantanoidlərin valent elektronlarının bir qismi kollektiv hala keçir [2].

Ədəbiyyat

1. Керимова Э.М. Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов. Баку, Изд. ЭЛМ. 2012, 600 с.
2. Зарбалиев М. М. Твердые растворы $TlIn_{1-x}Yb_xS_2$. РАН, Неорганич. Материалы. 2000. т.36. №5 с.619-623.

NAZİK TƏBƏQƏLİ HETEROKEÇİDLƏRİN Si / Cd_{1-x}Zn_x FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİ

Məmmədova Z.V., Cahangirova S.Ə.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
sona_aliqizi@mail.ru
memmedovazohre1@gmail.com*

Baxılan işdə nazik təbəqəli heterokeçidlərin fotoelektrik xassələri işığın dalğalarının uzunluqlarının kifayət qədər geniş diapazonunda (0.3-1,4 m), temperaturdan (100-500⁰C), həmçinin termik emalın (TE) müddətindən (0-20 dəq) asılı olaraq öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, termik emala məruz qoyulmuş heterokeçidlər (0,4-1,25 m) dalğa uzunluqları oblastında daha yüksək fotohəssaslığa malikdir. Aşkar edilmişdir ki, bu parametrlərin qiymətləri digər amillərlə yanaşı həmçinin nazik təbəqələrin tərkibindən asılıdır. Tədqiq edilmiş heterostruktur "sendviç" quruluşuna malik idi. Onların hazırlanması zamanı altlıq (katod) qismində 0.4-0.5 mm qalınlıqlı monokristallik Si lövhələrindən istifadə edilmişdir. p-Si-un xüsusi müqaviməti müvafiq olaraq 8-20 Om x sm-ə bərabər olmuşdur. Anod materialı kimi kömür millərinin molibden lövhəsindən istifadə edilmişdir.

Müxtəlif mexaniki defektlərin, nazik oksid təbəqələrinin və başqa çirklənmələrin kənarlaşdırılması məqsədi ilə silisium altlıqlar əvvəlcə HCl-da, daha sonra isə KOH + KNO (1: 3) qarışığında 250-500 °C temperaturda, işçi məhlula salınmazdan əvvəl qabaqcadan tapılmış rejimə uyğun olaraq aşındırılmışdır. Elektrokimyəvi çökdürülmə prosesi bizim tərəfimizdən otaq temperaturunda xüsusi kvarts qabda silisium lövhələrinin üzərində yerinə yetirilmişdir. Alınmış nazik təbəqələrin tərkibi 0-0,5 diapazonunda dəyişirdi və ona kimyəvi, termik və rentgen analizləri ilə nəzarət edilirdi. Müxtəlif nümunələr üçün onların qalınlığı 2 m-ə bərabər idi. Nazik təbəqələr n-tip keçiriciliyə qabiliyyətinin malikdir; bu, termoe.h.q.-nin işarəsinə görə müəyyən edilmişdi. Alınmış heterokeçidlərin işçi sahələri 0.04-2 sm² diapazonunda idi. Ölçmələrin tələblərindən asılı olaraq omik kontakt materialları kimi metallik indiumdan və ya gümüş pastadan istifadə edilmişdi. Kontaktların omikliyi xarakterioqrafda müşahidə edilən volt-ampere xarakteristikalarına (VAX) görə yoxlanılmışdır. Şüşədə nanoölçülü nazik təbəqələrinin elektrofiziki xarakteristikalarının ölçmələri və p- strukturunun VAX-larının qiymətləndirilməsi kimyəvi məhlulun optimal tərkibini aşkar etməyə imkan vermişdir. Aparılmış ölçülərdən aydın olmuşdur ki, termik emal keçməmiş heterokeçidləri 0,4-1,25 m dalğa uzunluqları diapazonunda yüksək fotohəssaslığa malikdir. Bu strukturlar geniş zonalı Cd_{1-x}Zn_xS yarımkeçiricinin tərəfindən işıqlandırıldıqda, onlarda işarəsi işığa həssaslıq diapazonunun boyunca dəyişməyən fotoelektrik hərəkət qüvvəsi (e.h.q.) yaranır.

Ədəbiyyat

1. Jafarov M.A., Mechtiev N.M. Infrared quenching of photoconductivity in $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ films deposited from the solution / Physical Problems in material science of semiconductors. Chernivitsi: 1997,p.327.
2. Jafarov M.A. Noise characteristics of CdZnS films deposited from the solution. / Physical problems in material science of Semiconductors, Chernivitsi: 1997, p.278.
3. HM Mammadov,MA Jafarov,EF Nasirov,D Piriyeva Photoelectrical Properties of p-Si/ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ (Se) (Te) y Heterojunctions Chalcogenide Letters 18(1),31-38,2021

$Cd_{1-x}Zn_xS$ NAZİK TƏBƏQƏLƏRİNDƏ VAX-ın XÜSUSİYYƏTLƏRİ

İbrəhimova A.E., Cahangirova S.Ə.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
ibrahimovaaynur64@gmail.com*

Açar sözlər: $Cd_{1-x}Zn_xS$, VAX, təbəqə, gərginlik, cərəyan.

İşdə $Cd_{1-x}Zn_xS$ nazik təbəqələri təqdim olunan texnoloji rejimə nəzarət etməklə müxtəlif tərkiblərdə ($0 \leq x \leq 0.8$)

In_2O_3 SnO_2 altlıqlar üzərində alınmışdır. Alınmış təbəqələrə omik kontakt yaratmaq üçün Ag pastasından və ya In-dan istifadə edilmişdir. Aparılmış tədqiqatlar maye azot ($T=80K$) və otaq ($T=300K$) temperaturlarında aparılmışdır

Şəkil 1-də 80K-də temperaturda müxtəlif tərkibli $Cd_{1-x}Zn_xS$ nazik təbəqələrinin bilavasitə çökdürmədən sonra VAX-ları göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi nazik təbəqələrin VAX-i bir neçə hissədən ibarətdir. Nazik təbəqələrin VAX-da əvvəlcə gərginliyin nisbətən kiçik ($U \leq 5V$) qiymətlərində eksponensial nisbətən böyük ($U \geq 5V$) qiymətlərində isə üstlü $J=U^n$ qanunu üzrə dəyişən hissələr müşahidə edilir. Eksponensial hissədə cərəyanın və üstlü hissədə n-dərəcəsinin qiyməti nümunələrin tərkibindən yəni x və y-dən aslı olur. Belə ki $Cd_{1-x}Zn_xS$ nazik təbəqələri üçün məhlulda Zn-in miqdarının artması ilə VAX-dakı eksponensial hissə tədricən itir. $x \geq 0.6$ qiymətlərində VAX demək olar ki yalnız üstlü qanuna ($n=3$) tabe olur.

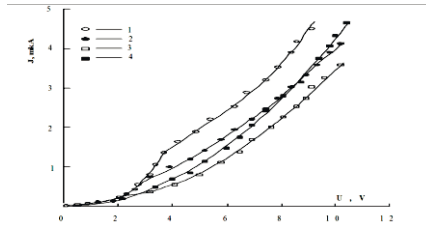
Müəyyən edilmişdir ki $Cd_{1-x}Zn_xS$ nazik təbəqələrinin VAX-nın forması həmin təbəqələrin açıq havada termik emal rejimindən güclü asılıdır.

$Cd_{1-x}Zn_xS$ nazik təbəqələri üçün termik emalın ilkin anlarında ($t=100-600^{\circ}C$) və müddətlərdə ($\tau=2-3$ dəqiqə) VAX-da zəifdə olsa müşahidə olunan qeyri-xətti hissə xətti hissə ilə əvəz olunur. Termik emalın temperaturu və müddətinin sonrakı qiymətlərində ($t=100-150^{\circ}C$ 5-6 dəqiqə) VAX-da xətti hissə müşahidə olunur.

Artıq qeyd edildiyi kimi bilavasitə çökdürmədən sonra $Cd_{1-x}Zn_xS$ nazik təbəqələri polikristallik quruluşa malik olub bütövlükdə çoxlu sayda yüksək və alçaq omlu “adacıklar”dan ibarətdir. Nəzərə alsaq ki kimyəvi məhluldan açıq havaya çıxarılanda atmosferdə olan oksigen molekulları bu nazik təbəqələrin səthinə adsorbsiya olunur. Onda belə fərz etmək mümkündür ki nazik təbəqələrdə cərəyanın daşınması iki cür potensial çəpər arasındakı münasibətlə təyin olunur.

1) yüksək və alçaq omlu “adacıklar” arasındakı potensial çəpər.

2) oksigenlə bağlı potensial çəpər.



Şəkil1. $T=80\text{K}$ -də müxtəlif tərkibli $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ təbəqələrinin çökdürmədən sonra VAX-ları.

Ədəbiyyat

1. Radu M. V.Ohenescu I.Stan L.Îon C.Besleaga A.Nicolaev T.Mitran C.Tazlaoanu O.Porumb M.Ghenescu M.Gugin and S.Anthoe Photovoltaic Properties of the CdS\CdTe Heterojunction Solar Cells Before and After Proton Irradiation Chalcogenide Letters 8(8) (2011) 477-485
2. Максимов, А.И. Основы золь-гель-технологии нанокмполитов / А. И. Максимов, В.А. Мошников, Ю.М. Таиров, О.А. Шилова// СПб.: СПб ГЭТУ "ЛЭТИ". – 2007. – 255 с.

ARQON MÜHİTİNDƏ MÜXTƏLİF REJİMLƏRDƏ TERMİK İŞLƏNMƏNİN p-GaAs/n-Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Te_y HETEROKEÇİDLƏRİNİN DÜZLƏNDİRMƏ ƏMSALINA TƏSİRİ

Hüseynli S.İ., Məmmədov V.U.*

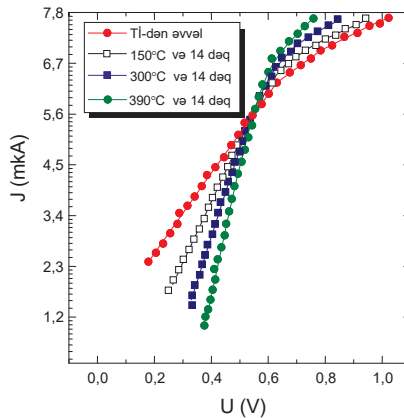
Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, II kurs

huseynlisenuberli2699@gmail.com

Açar sözlər: Arqon mühit, p-GaAs/n-Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Te_y heterokecidlər.

Otaq temperaturunda sulu məhluldan bilavasitə çökdürülmüş müxtəlif tərkibli p-GaAs/n-Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Te_y VAX-ını tədqiq edərkən, bütün tərkib heterokecidlərin düzləndirmə xüsusiyyətinə malik olduğunu görürük. Tədqiqatlar zamanı müəyyən edilmişdir ki, düzləndirmə əmsalı (k) və VAX-ın qeyri xəttilik əmsalı (A) Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Te_y nazik təbəqələrinin tərkibindən asılıdır. Nazik təbəqələrin tərkibindən asılı olaraq $k = 1,7 \div 200$ və $A = 1,6 \div 2,7$ intervalında dəyişir. $x=0.75$ və $y=0.2$ tərkibli nazik təbəqələr əsasında heterokecidlərdə düzləndirmə əmsalı maksimal ($k=200$), VAX-ın qeyri-idealılıq əmsalı isə minimal qiymətə ($A=1.6$) malik olur. Bu da göstərilən tərkibli Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Te_y nazik təbəqələr ilə GaAs kontakt materiallarının qəfəs parametrlərinin uzlaşdığını göstərir.



Şəkil 1. p-GaAs/n-Cd_{0.25}Zn_{0.75}S_{0.8}Te_{0.2} heterokecidlərinin arqon mühitində müxtəlif rejimlərdə termik işlənmədən sonra yarımloqarifmik miqyasda otaq temperaturunda düzünə VAX-ı

Bilavasitə çökdürülmədən sonra heterokecidlərin kiçik qiymətli düzləndirmə nümayiş etdirməsi onların ardıcıl müqavimətinin böyük olmasını göstərir.

Arqon mühitində bir neçə dəqiqəlik termik işlənmə heterokecidlərdə keçid oblastından cərəyanın daşınma mexanizmini dəyişir (şəkil 1). Belə ki, termik

işlənmədən sonra rekombinasiya cərəyanlarının qiyməti və nəticədə, heteroqecidlərin ardıcıl müqaviməti kəskin azalır. Arqon mühitində 390°C temperaturda 14 dəqiqə ərzində termik işlənmədən sonra p-GaAs/n-Cd_{0.25}Zn_{0.75}S_{0.8}Te_{0.2} heteroqecidlərində düzləndirmə əmsalı $k = 3000$ və VAX-ın qeyri-ideallıq əmsalı isə $A = 1.4$ qiymətini alır (cədvəl 1). Qeyri-ideallıq əmsalının kəskin azalması keçid oblastında cərəyan daşınmasında diffuziya mexanizminin üstünlük təşkil etdiyini və heteroqecidlərin ideallığa yaxınlaşmasını göstərir.

Cədvəl1. p-GaAs/n-Cd_{0.25}Zn_{0.75}S_{0.8}Te_{0.2} heteroqecidlərinin müxtəlif rejimlərdə termik işlənmədən sonra düzləndirmə əmsalı və ardıcıl müqavimətləri

Termik işlənmə temperaturu və müddəti	Düzləndirmə əmsalı (k)	Ardıcıl müqavimət (Ra, Om·sm ²)
Tİ-dən əvvəl	200	260
150 ⁰ C; 14 dəq	540	200
200 ⁰ C; 14 dəq	970	176
250 ⁰ C; 14 dəq	1700	93
300 ⁰ C; 14 dəq	2450	54
350 ⁰ C; 14 dəq	2600	30
390 ⁰ C; 14 dəq	3000	24
430 ⁰ C; 14 dəq	6	1300

Ədəbiyyat

2. Məmmədov V.U. Arqon mühitində termik emalın p-GaAs/n-Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Se_y heteroqecidlərində cərəyanın daşınma mexanizminə təsiri / Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVI Respublika Elmi Konfransının materialları, s.15, Bakı, 2010
3. Məmmədov H.M., Məmmədov V.U., Müxtəlif mühitlərdə termik işləmənin Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Te_y nazik təbəqələrinin optik xassələrinə təsiri // Journal of Qafqaz University, № 34, p.71-78, 2012

EROZIYA TIPLİ İMPULS PLAZMA SÜRƏTLƏNDİRİCİ VASİTƏSİLƏ PLAZMA SELİNİN ALINMASI

Ramazanova X.Q., Davudov B.B.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fiziki fakültəsi, I kurs (magistrant)
ramazanovabike333@gmail.com*

Açar sözlər: Eroziya tipli plazma sürətləndiricisi, ftoroplast, səth boşalması, plazma seli

İmpuls plazma sürətləndiriciləri Yer in süni peyklərinin trayektoriyalarını stabilləşdirmək üçün istifadə olunan plazma mühərriklərinin və nazik təbəqələr fizikasında tətbiq edilən plazma buxarlandırıcılarının əsasını təşkil edir. Konstruktiv quruluşuna görə bunlar müxtəlif olur: koaksial, konik, relsşəkilli və s. Bunların bəzilərində işçi maddə kimi müxtəlif qazlardan, bəzilərində isə elektrodların və dielektriklərin eroziyası (ablayasıyası) nəticəsində alınan buxar halında olan kütlədən istifadə olunur. Axırıcılara eroziya tipli plazma sürətləndiriciləri deyirlər. Bunlar əsasən, impuls rejimində işləyir.

İşimizdə eroziya tipli koaksial impuls plazma sürətləndiricisinə baxılır. Belə sürətləndiricinin sxemi [1] işində göstərilmişdir. Sürətləndirici biri-birindən yaxşı elektrik möhkəmliyinə malik olan ftoroplastla (teflonla) ayrılmış koaksial metal elektrodlar sistemindən təşkil olunub. Qurğunun qida mənbəyi olaraq $U=1000V$ gərginliklə yüklənmiş, tutumu $C=200mkF$ olan kondensator batareyasından istifadə edilib. Elektrodlar arasında elektrik boşalması alışdırıcı elektroda yüksək gərginlik impulsu verməklə həyata keçirilib. Sistemdə axan cərəyan şiddəti $I=4-5$ kA tərtibində olub, cərəyan impulsunun davamətmə müddəti $t=200mks$ an olmuşdur.

Metal və dielektrik materiallarının buxarlanması nəticəsində alınan çoxkomponentli həyəcanlanmış atom və ionlardan ibarət olan plazma seli qazokinetik və elektromaqnit qüvvələrin təsiri ilə böyük sürətlə ($v=10^4-10^5m/s$ an) irəliləyir.

İmpuls plazma sürətləndiricilərdə plazma əmələ gətirən işçi maddə kimi həm metal elektrodlardan həm də müxtəlif dielektriklərdən istifadə oluna bilər. Belə dielektriklər əvəzində böyük müqavimətə malik yarımkeçirici materiallardan da istifadə etmək olar. Sürətləndiricinin elektrodları ilə kontaktda olan dielektrik və yarımkeçirici materiallar onların səthində baş verən “səth” boşalması nəticəsində yaranan plazma selinin təsirinə məruz qalır ki, bu da onların dağılmasına, buxarlanmasına və nəhayət plazmaya çevrilməsinə səbəb olur. Spektroskopik tədqiqatların göstərdiyinə görə plazma, əsasən, elektrodlarla bilavasitə kontaktda olan dielektrik və ya yarımkeçirici nümunə kimi götürülən elementlərin həyəcanlanmış və ionlanmış atomlarından ibarət olur. Materialların güclü buxarlanması onun səthində yüksək enerji sıxlığının əmələ gəlməsini göstərir. Belə enerji sıxlığını yalnız plazmanın şüalanması təmin edə bilər. Bu tip impuls plazma

sürətləndiricilərində plazma şüa seli 5×10^5 Vt/sm²-dan çox olur. Impuls boşalmalarında alınan enerji sıxlığının lazer şüalanmasının enerji sıxlığı ilə müqayisəsi göstərir ki, sıxlığı 10^5 Vt/sm²-dən böyük olan lazer şüalanmasının təsiri ilə materialların dağılması, onların impuls boşalmasının təsiri zamanı olan istilik xarakterli dağılması kimidir.

Boşalma kanalına daxil olan ümumi enerji ionlaşma enerjisinə, molekulyar rabitələrinin qırılması enerjisinə, plazma axınının kinetik enerjisinə, elektrodların qızması üçün lazım olan enerjiyə, və şüalanma enerjisinə sərf olunur.

Ədəbiyyat

1. Давудов Б. Б., Мамедов Н. А. Известия БДУ, сер. Физ. -мат. наук, N1, 2009, с. 173.

ŞOTTKI DİODLARINDA POTENSİAL ÇƏPƏRİN YARANMASI VƏ CƏRƏYAN AXININA ƏLAVƏ ELEKTRİK SAHƏSİNİN TƏSİRİ

İsamalıyeva T.E., Məmmədov R.K.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
turacisamali2@gmail.com*

Açar sözlər: Şottki modeli, səth hadisələri, metal kontakt, ideal kontakt, real kontakt, səth potensialı,

Metal – yarımkeçirici keçidlərinin (MYK) omik xassə ilə yanaşı, düzləndirmə xassəsinə də malik olması, hələ 1874-cü ildə alman alimi Braun tərəfindən metal – sulfid keçidlərində aşkar edilmişdir. Sərhəd səthi bircins və qeyri-məhdud olan monokristal quruluşa malik metal və yarımkeçiricinin nəzəri olaraq ideal qəbul edilən keçidlərinin omik və düzləndirmə xassələrə malik olmasının fiziki mahiyyətinin aydınlaşdırılması üçün 1940-cı illərdə bir sıra alimlər fundamental tədqiqatlar aparmışdır. Nəticədə ideal (bircins və qeyri-məhdud səthli) metal-yarımkeçirici keçidlərinin (MYK) omik və düzləndirmə xassələrinə malik olmalarını müəyyən edə bilən enerji modellər işlənilib hazırlandı ki, onlardan da ən mükəmməli V.Şottki tərəfindən təklif olunan enerji modelidir. Bu model MYK-ı əmələ gətirən metal və yarımkeçiricinin kontakt potensiallar fərqi yaranmasına əsaslanmış və yarımkeçiricinin tipindən asılı olaraq, kontakt səthlərinin çıxış işləri ilə müəyyən olunan potensial çəpərin formalaşma şərtlərini müəyyən etmişdir. Belə ki, n-tip yarımkeçirici əsaslı MYK-nı yaradan metalın çıxış işi (Φ_M) yarımkeçiricinin çıxış işindən (Φ_Y) böyük olarsa ($\Phi_M > \Phi_Y$), belə keçid düzləndirici xassəsinə, əksinə bərabər və kiçik olarsa ($\Phi_M \leq \Phi_Y$), belə keçid omik xassəyə malik olar. p-tip yarımkeçirici əsaslı MYK-nın düzləndirici və omik olması üçün - əks şərtlər ödənməlidir.

Aparılan nəzəri və eksperimental tədqiqatlar nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, real (qeyri-bircins və məhdud səthli) metal-yarımkeçirici keçidlərinin fiziki mənzərəsi çox mürəkkəbdir. Real metal-yarımkeçirici kontaktının sərhəd səthi elektron emissiyası baxımından qeyri-bircins olur və o, metal və yarımkeçiricinin sərbəst səthləri ilə məhdudlanırlar. Belə real metal-yarımkeçirici keçidlərin potensial çəpərinin əmələ gəlməsində sərhəd sərhədinin emissiya qeyri-bircinsliyi və məhdud səthli olması mühüm rol oynayır.

Aparılan tədqiqat işləri göstərmişdir ki, ideal kontaktlar bir potensial çəpərli energetik quruluşla müəyyən olunduğu halda real metal-yarımkeçirici kontaktlar iki potensial çəpərli energetik quruluşla təyin olunur. İkinci potensial çəpərlərin yaranmasına səbəb kontaktda yaranan əlavə elektrik sahəsinin təsiridir. Real halda iki çəpərli potensial energetik quruluşla praktiki olaraq təcrübədə alınan nəticələri ətraflı izah etmək mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Р.К.Мамедов Контакт, металл- полупроводник с электрическим полям пятен , Баку, 2003
2. М.Талibi, Mikroelektronika Bakı 1981

НЕЛИНЕЙНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В КРИСТАЛЛАХ INSE ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

Бахрамли Т.М., Салманов В.М.*

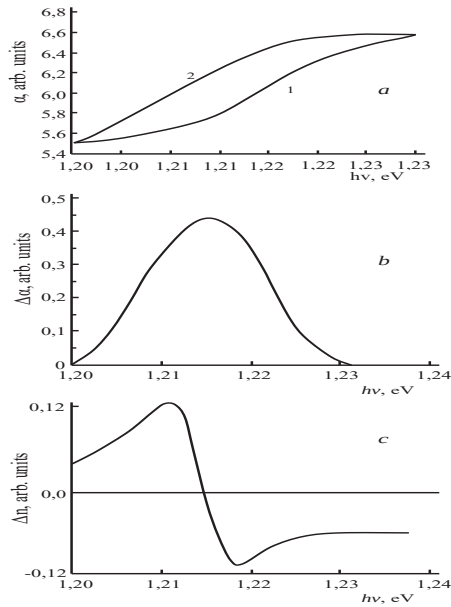
*Бакинский Государственный Университет
Физический факультет, I курс (магистрант)
tbehremli@inbox.ru*

Ключевые слова: InSe, лазер, нелинейное поглощение.

Кристаллы InSe являются одним из основных элементов квантовой электроники. Эти кристаллы выращивались методом Бриджмена. В качестве источника возбуждения использовался импульсный лазер на второй гармонике Nd: YAG лазера, с длиной волны 532 нм, с частотой 10 Гц, мощностью 12 МВт/см² и длительностью импульса 10нс. Вторым источником являлся галогенная лампа для измерения пропускания образцов.

Спектры поглощения InSe при низкой (кривая 1) и высокой (кривая 2) интенсивностях возбуждения представлены на рис.1(а). При высоких уровнях возбуждения коэффициент поглощения уменьшается и вместе с началом поглощения смещается в сторону низких энергий. Изменение коэффициента поглощения $\Delta\alpha$ можно получить прямым вычитанием кривых 1 и 2. Результат представлен на рис.1(б). Из соотношения Крамерса-Кронига можно определить изменение показателя преломления Δn .

На наш взгляд, наблюдаемое нелинейное поглощение в InSe при лазерном возбуждении можно объяснить влиянием тепловой нелинейности. Действительно, при возбуждении полупроводников мощным лазерным излучением образуются электронно-дырочные пары. Рекомбинация этих носителей в основном происходит по двум каналам, радиационным или безызлучательным. При излучательной рекомбинации происходит испускание фотонов. В случае безызлучательной рекомбинации электронно-дырочные пары передают свою энергию кристаллу, что соответствует нагреву решетки.



В большинстве полупроводниковых кристаллов нагревание образца уменьшает ширину запрещенной зоны с соответствующим красным смещением относительно края полосы поглощения.

$$E_g(T) = 1250 \text{ meV} - \frac{0.58 T^2}{T + 226 \text{ K}} \frac{\text{meV}}{\text{K}}$$

Литература

1. Kalafi M., Bidadi H., Tajalli H., Salmanov V.M. Нелинейное поглощение света в кристаллах GaSe на границе фундаментального поглощения. Оптические материалы, 1996, 6, 117-120.
2. Панков Ж. Оптические процессы в полупроводниках. М. Мир, 1973, 456 с.

Si/ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ HETEROKEÇİDİNİN FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ TERMİK EMALIN TƏSİRİ

Məhərrəmov A.N., Cəfərov M.A.*

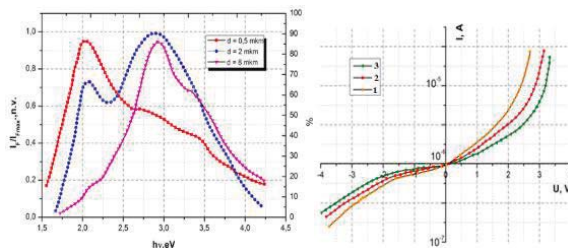
Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
aygunmaharramovaa@gmail.com

Açar sözlər: fotoelektrik xassələr, nazik təbəqə, heterokeçidlər.

Heterokeçidlərin fotoelektrik xassələrinin tədqiqi fototranzistorlarda və günəş elementlərində praktiki tətbiqi baxımından çox aktualdır. Qeyri-ideal heterokeçidlərdə yarımqeçiricilərin müxtəlif xassələri ilə bağlı bir sıra müxtəlif effektlər və hadisələr müşahidə olunur. Qeyri-ideal heterokeçidlərin praktiki tətbiqinin perspektivi hər şeydən əvvəl monokristal heterostrukturla müqayisədə polikristal heterostrukturun daha sərfəli alınma texnologiyası ilə bağlıdır. Qeyri-ideal heterokeçidlərin öyrənilməsinin istiqamətlərindən biri də A^2B^6 birləşmələrinin əsasında günəş elementlərinin tətbiqi imkanlarının araşdırılmasıdır [1-3].

Müxtəlif kimyəvi və faizcə tərkibli $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ nazik təbəqələri Si altlıqlar üzərində məhluldan kimyəvi çökdürmə metodu ilə alınmışdır. Si/ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ strukturlarına havada 300°C temperaturda termik emalın təsiri öyrənilmişdir. Tədqiq olunan heterokeçidin fətohəssaslığın spektral paylanması, qaranlıq və işıqda volt-ampere xarakteristikaları tədqiq olunmuşdur.

Fətohəssaslığın spektral paylanmasının (FSP) tədqiqi müxtəlif qalınlıqlı $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ 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 fətohəssaslıq oblastını dəyişdirməyə imkan vermişdir. Şəkil.1.-də $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0,5$) nazik təbəqələrinin müxtəlif qalınlıqları üçün heterokeçidin FSP göstərilmişdir. Bu asılılıqlar $U_c = 2,5 \text{ V}$ üçün alınmış və maksimal fətoçərəyanın qiymətinə normalaşdırılmışdır.



Şəkil 1. Si/ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ izotip heterostrukturunun nazik təbəqələrin müxtəlif qalınlıqları üçün FSP, d , mkm: 1 – 0.3; 2 – 1; 3 – 3.

Şəkil 2. Si/ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ heterokeçidinin $T = 300 \text{ K}$ temperaturda stasionar volt-ampere xarakteristikaları. $X=$., 1-0.2, 2-0.3, 3-0.5.

Si/ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ heteroqəçidinin termik emaldan əvvəl qaranlıq volt-ampere xarakteristikaları müxtəlif tərkibli $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ təbəqələri üçün şəkl.2-də göstərilmişdir. Təbəqələrin tərkibində Zn -in miqdarı artdıqca düzünə və əksinə cərəyanların qiyməti azalır.

Müxtəlif müddətlərdə termik emal olunmuş Si/ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0,5$) heteroqəçidinin termik emaldan sonra qaranlıq və işıqda VAX-a əsasən termik emaldan sonra heteroqəçidlərin VAX-ı daha kəskin qeyri simmetrik olur və düzləndirmə əmsalı artır. Müxtəlif müddətdə termik emal olunmuş Si/ $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}$ ($x=0,5$) heteroqəçidinin işıq VAX təhlili göstərir ki, havada 20 dəq. müddətində termik emal olunmuş heteroqəçidlər üçün açıq dövrə gərginliyi 0,9V, qısa qapanma cərəyanı 36-38 mA/sm²-a çatır. Tədqiq olunan heteroqəçidlərin əksinə VAX-da termik emaldan sonra aralıq təbəqələrinin iştirakı nəticəsində tunel proseslərinin ehtimalının azaldığı görünür.

Ədəbiyyat

1. Schrier J., Demchenko D.O., Wang L.-W. Optical Properties of ZnO/ZnS and ZnO/ZnTe. Heterostructures for Photovoltaic Applications // Nano Lett., 2007, Vol.7(8), P.2377-2382.
2. C. Kumar, N. Hoa, S. Yoon and E. Kim, Highly Photoconductive CdS Thin Films Synthesized by Using Chemical Bath Deposition, Journal of Korean Physical Society, 55 1 (2009) 284-287.
3. C. Perkins, F. Hasson, Surfactant-Assisted Growth of CdS Thin Films for Photovoltaic Applications, J. Vac. Sci. Tech. A Vacuum Surfaces and Films, 24 3 (2006) 497-504.

PLAZMON REZONANSINDA ƏKS OLUNMA ƏMSALININ MİNİMUMLARININ ENERJİSİNİN BUCAQDAN ASILILIĞI

Hüseynova Ş.T., Cahangirli Z.A.*

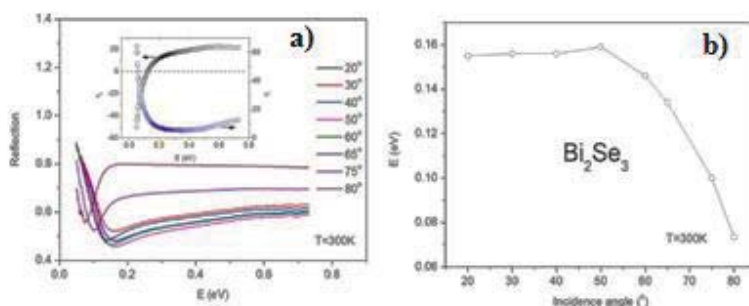
AMEA Fizika İnstitutu

Bərk cisimlər fizikası, I kurs (magistrant)

huseynovasharabani@gmail.com

Spektroskopik ellipsometriya metodu vasitəsilə 0.50-0.740 eV infraqırmızı energetik intervalda dar zolaqlı Bi_2Se_3 yarımkeçiricinin monokristal nümunəsi tədqiq edilmişdir. Bu birləşmə plazmonik cihazlarda istifadə üçün perspektiv maddə hesab olunur. Bu səbəbdən optik xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi vacibdir.

Verilmiş tədqiqat işində spektroskopik ellipsometriyada əsas parametrlər olan Psi və Delta eksperimental olaraq ölçülmüş və sonra bu nəticələrdən istifadə edərək psevdo-dielektrik funksiyasının həqiqi və xəyali hissələri hesablanmışdır (Şəkil 1.a, daxili qrafik). Əldə edilən məlumatlara əsasən işığın əks olunma əmsalları əks olunma bucaqlarından asılı olaraq hesablanmışdır[1] (Şəkil 1a). Əks olunma əmsalının minimumunun enerjisi plazma rezonansının enerjisinə uyğundur. Şəkil 1b –də əks olunma əmsalının minimumlarının enerjisinin bucaqdan asılılığı göstərilmişdir. $20^\circ - 50^\circ$ bucaq intervalında demək olar ki, minimumların energetik vəziyyəti dəyişmir, 50° - dən sonra minimum aşağı enerjili bölgəyə keçir. Minimumların energetik vəziyyətlərinin bucaqdan belə kəskin asılılığı səthi plazmon rezonansına xasdır.



Şəkil 1. a) Bi_2Se_3 fərqli bucaqlarda əks olunma əmsalı və daxili qrafikdə dielektrik funksiyasının foton enerjisindən asılılığı b) əks olunma əmsalının minimumlarının enerjisinin bucaqdan asılılığı

Ədəbiyyat

1. H. Fujiwara, Spectroscopic Ellipsometry: Principles and Applications, West Sussex John Wiley & Sons Ltd (2007).

PAYLANMIŞ DƏYİŞƏN TUTUMLU UZUN BORUDA İONLAŞMA DALĞASI

Kazımova N.N., Ağayev M.N.*

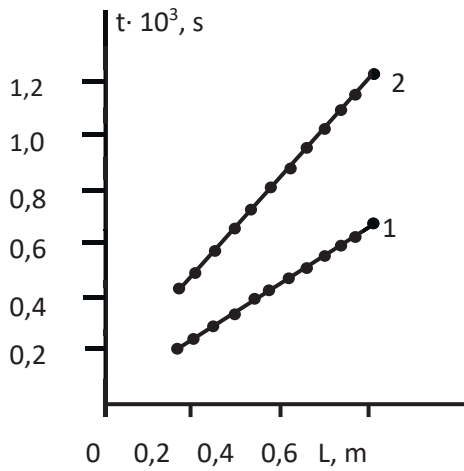
*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs(magistrant)
azmova12@gmail.com*

Açar sözlər: ionlaşma dalğası, uzun borular, soliton.

İonlaşma dalğaları boşalma aralığında qazların elektrik keçiriciliyi zamanı yarana bilər. Bu hərəkət paylanmış tutumunun yüklənməsi ilə müşayiət olunur [1,2].

Elektroda verilən gərginliyin müntəzəm artımı zamanı elektrod yaxınlığında zəif işıqlanma baş verir və birinci halqanın dövrəsində cərəyan impulsı qeyd olunur. U gərginliyin sonrakı artımında işıqlanma və cərəyan impulsı getdikcə böyüyən məsafədə əmələ gəlir. Bu zaman daha uzaq halqalardakı impulsar müntəzəm şəkildə zamana görə sürüşürlər. Bu prosesin genişlənməsinin son sürətini göstərir. Hələ də yük impulsu qeydə alınan halqada impulsun yaranma müddəti alışdırıcı elektroda verilən gərginlik maksimumu ilə üst-üstə düşür. Nəhayət, U gərginliyinin daha böyük qiymətlərində proses bütün boru boyunca yayılır. Baxılan rejimdə divarlar üzərində yüklərin yığılması baş vermir, belə ki hər dövrdə alışdırıcı elektrod ilə divar arasında iki qısamüddətli boşalma yaranır.

Boru boyunca dəyişən paylanmış tutumun ionlaşma dalğası cəbhəsinin u sürətinə təsirini təyin etmək üçün, boru boyunca paylanmış tutumun azalma istiqamətində ionlaşma cəbhəsinin borunun müxtəlif məsafələrindən keçmə zamanının tipik qrafiki şəkil 1 – də verilmişdir. Təcrübə arqon qazında 0,27 Tor təzyiqində, alışdırıcı elektroda verilən gərginliyin $f = 100\text{hs}$ qiymətində aparılmışdır. Sürət xəttin meyil bucağı ilə təyin edildiyindən, qrafikin xətti olması boru boyunca sürətin sabit qalmasına dəlalət edir. Baxmayaraq ki, borunun uzunluğu boyunca C_0 tutumu müntəzəm azalır, amma boru boyunca sabit paylanmış tutumda olduğu kimi sürət sabit qalaraq, yalnız alışdırıcı elektroda verilən gərginliyin qiymətindən asılı olaraq bir necə fiksə olunmuş qiymət alır. Bu fakta əsasən belə nəticəyə gəlmək olar ki, dalğanın sürəti əsasən boşalma rejimi ilə müəyyən olunur.



Şəkil 1. İonlaşma cəbhəsinin yerdəyişmə müddətinin alışdırıcı elektrodan olan məsafədən asılılıq qrafiki.

Alınan nəticə öz izahını ionlaşma dalğalarının mexanizmi haqqındakı mövcud təsəvvürlər çərçivəsində tapır.

Ədəbiyyat:

1. Недоспасов А.В,Новик А.Е. "Скорость распространения фронта ионизации при пробое длинных разрядных трубок " ,Ж.Т.Ф.т.30., №11,1960.стр.1329,
2. G.M.Sadıqzadə,M.N.Agayev.Tutumu qeyri-monoton dəyişən uzun boşalma borusunda ionlaşma dalğasının tədqiqi. Fizikanın müasir problemləri VII Respublika konfransı.2013,c.159-161.

DISLOKASIYANIN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİNİN SƏTH METODU

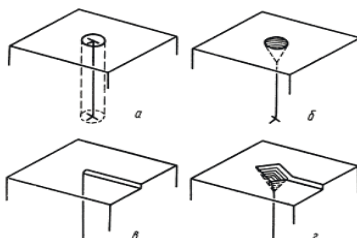
Abbasova Ç.Y., Səfərov V.H.*

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
Chichek.1996@gmail.com

Açar sözlər: termal aşındırma, katod püskürmə, spiral dislokasiya, kənar dislokasiya

Dislokasiya olan bir kristal, atomları səthdən kənarlaşdıran (həll edən) bir mühitə qoyulursa, dislokasiyanın səthə və ətrafdakı matrisə çıxdığı nöqtəyə yaxın atomların həll dərəcələri fərqlənə bilər. Bu fərq dislokasiyanın aşağıdakı xüsusiyyətləri nəticəsində yaranır: a) kristal qəfəsin təhrif edilməsi və dislokasiyanın deformasiya sahəsi; b) spiral dislokasiyası ilə əlaqəli xəttlərin həndəsəsinin xüsusiyyətləri; c) dislokasiyadakı materialın kimyəvi tərkibini dəyişdirən dislokasiyada atomların konsentrasiyasının artırılması.

Dislokasiyanın çıxışına yaxın olan atomların çıxarılma sürəti kristalın əsas matrisindən daha çox olarsa, bu yerdə bir çuxur əmələ gəlir və səthdəki bir çuxur böyümənin əksinə bir proses tərəfindən istehsal olunur. Büllur (Şəkil 1), daha az olarsa, kiçik bir təpə meydana gəlir. Atomların bir səthdən yavaş-yavaş nəzarət altında çıxarılması üçün bir çox metod var. Ən ümumi və rahat metod kimyəvi və elektrolitik aşındırma metodudur. Digər üsullara termal aşındırma (kristal vakuumda yüksək temperaturda qızdırıldıqda atomlar buxarlanaraq çıxarılır) və katod püskürmə (atomlar ion bombardmanı nəticəsində səthdən çıxarılır) daxildir.



Şəkil 1. Səthdə çıxıntıların əmələ gəldiyi yerlərdə aşındırma çuxurlarının əmələ gəlməsi: a - kənar dislokasiya, dislokasiyanın ətrafındakı silindrik zona ətrafdakı kristaldan fərqlənən fiziki və kimyəvi xüsusiyyətlərə malik bir bölgədir; b - defekt bölgəsindən atomların üstün çıxarılması nəticəsində kənar dislokasiya üzərində əmələ gələn konik çuxur; c - spiral dislokasiyasının çıxış nöqtəsi; d - spiral dislokasiyası ilə əmələ gələn sarmal çuxur; çuxur kristal böyüməsinin əksinə bir mexanizm nəticəsində meydana gəlir. Son iki metod ümumiyyətlə yalnız spiral dislokasiyasıyanı aşkar edir. Ümumiyyətlə, səth metodları yalnız aşağı dislokasiya sıxlığı olan, 1 sm²-ə 10⁶-dan az olan kristallar üçün uyğundur, çünki çuxurlar sonlu ölçülərə malikdir və üst-üstə qoyulduqda həll olunması çox çətinidir. Dislokasiyaların həcmdə paylanması (üç ölçüdə) kristalın ardıcıl bölmələrini araşdıraraq əldə edilə bilər.

Ədəbiyyat

1. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. / Пер. с англ.; Под ред. А. А. Гусева. - М.: Наука, 1978.
2. Д. Халл. Введение в дислокации. / Пер. с англ.; Под ред. В.Н. Быкова. - Атомиздат, 1968, 280 стр.

BİNAR BƏRK MƏHLULLARDA $k>1$ OLDUQDA İLKİN ƏRİDİLMİŞ ZONANIN XƏLİTƏNİN SONUNDA YARADILMASI

Yaqubova A.M., Qəhrəmanov N.F.*

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
yaqubovaygun116@gmail.com

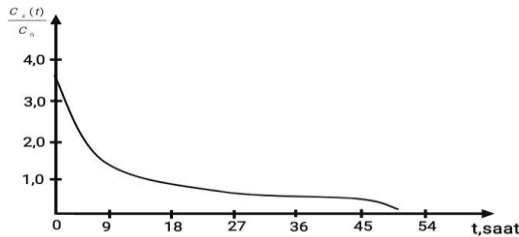
Açar sözlər: zona, xəlitə, komponent, konsentrasiya

Güclü seqreqasiyaya malik olan bərk məhlulların monokristallarının alına bilməməsinin əsas səbəblərindən biri də kristallaşma cəbhəsində ifrat soyumanın baş verməsidir. Əvvəlki işlərimizdə istiqamətlənmiş kristallaşma yolu ilə alınmış binar bərk məhlul xəlitəsi boyunca paylanmanı dəyişmək üçün zona əritmə üsulundan istifadə etdik və göstərdik ki, $k>1$ olduqda daha əlverişli variant ilkin əridilmiş zonanı son ucunda yaratmadır. Ancaq bir sıra hallarda $k>1$ olduqda ilkin əridilmiş zonanı istiqamətlənmiş kristallaşma yolu ilə alınmış xəlitənin başlanğıcında yaratmaq da uğurlu nəticə almağa imkan verir.

Xəlitə boyunca ikinci komponentin dəyişmə qanunu almaq üçün biz kəsilməzlik tənliyini yeni rejim üçün həll etməliyik. Bu halda k -nın qiyməti məlum olmalıdır, burada praktiki mənası olan ən sadə hal $k=2$ qiymətidir. Kəsilməzlik tənliyinin həllindən zona əritmədən sonra bütün xəlitə boyunca ikinci komponentin konsentrasiyasının dəyişmə qanununu yığcam şəkildə belə ifadə edə bilərik:

$$\frac{c_x(t)}{c_0} = \left\{ \left(2 + \frac{l}{L} - 2\frac{v}{L}t \right) + \left(2 - 3\frac{l}{L} \right) \exp \left(-2\frac{v}{l}t \right) \right. \\ \left. \left[\frac{v}{l} \left[\frac{3l}{L} + \left(2 - \frac{3l}{L} \right) \exp \left(-\frac{2(L-l)}{l} \right) \right] \left(\frac{L}{v} - t \right) \right] \right\} \quad (1)$$

Alınan bu ifadədən $\frac{c_x(t)}{c_0}$ nisbətinin xəlitə boyunca ikinci komponentin $L=100\text{mm}$, $l=10\text{mm}$, $v=2\frac{\text{mm}}{\text{saat}}$, $t=\frac{L-l}{v}=\frac{90}{2}$ saat qiymətləri üçün dəyişmə qanunu şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. $\frac{c_x(t)}{c_0}$ nisbətinin xəlitə boyunca zamandan asılı olaraq (1)dən hesablanmış dəyişmə qanunu.

Ədəbiyyat:

1. A.İ.Şirinova.Fizika üzrə fəlsəfə doktoru dissertasiyanın avtoreferatı
2. Tahirov V.İ,Cəfərov T.Q,Salmanova A.İ,Qəhrəmanov N.F,Qidalandırıcının tətbiqi ilə binar bərk məhlulların bircins monokristallarının yeni alınma üsulu “SPU”, Elmi xəbərlər Cild 12 №4,2012,s.3-7.

TRIBOELEKTRİK GENERATORLAR VƏ ONLARIN TƏTBİQ SAHƏLƏRİ

Ağayev Ş.M., Kim J.^{1*}, Güləhmədov O.G.¹

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, IV kurs

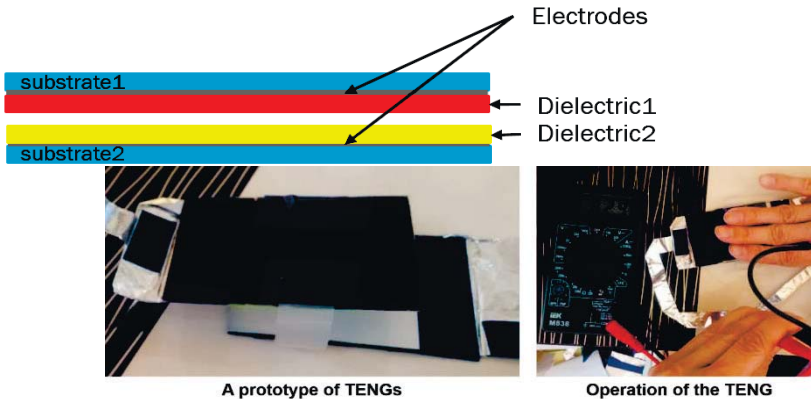
¹*Nanoaraşdırmalar mərkəzi*

justjustinkim@gmail.com

Açar sözlər: Triboelektrik generator, dielektrik material, enerji mənbəyi, effektiv güc.

Hal-hazırda elm və texnologiyanın inkişafı nəticəsində yeni növ daşıyabilən elektronik cihazların və onların işləməsini təmin edən enerji mənbələrinin yaradılması aktual məsələlərdən biridir. Beləki, bu tip cihazlar həyatın müxtəlif sahələrində (uzunmüddətli səyahətlərdə, hərbi kəşfiyyatda və s.) istifadə oluna bilər. Triboelektrik generatorlar (TEG) belə tip cihazların işləməsini təmin edən enerji mənbəyi kimi istifadə oluna bilər. TEG-lər digər enerji generasiya edən sistemlərə nisbətən bir sıra üstünlüklərə (məs: daha sadə işləmə mexanizmi, ucuz başa gələn olması, yüngüllüyü, çevikliyi və s.) malik olub gündəlik həyatda müx-təlif (mexaniki, külək, su dalğaları və s.) enerji mənbə-lərindən elektrik enerjisini generasiya edə bilər.

TEG bir üzü müxtəlif metal elektrodlarla örtülmüş iki dielektrik materialdan ibarətdir. Dielektrik materiallar bir-biri ilə kontakta gətirilib ayrılan zaman elektrostatik induksiya hesabına onların səthində əks işarəli yüklərin əmələ gəlir. Bu yüklər bağlı yüklər olduğundan yaranan elektrik sahəsində bağlı sahə olacaqdır. Bu sahənin təsiri ilə metal elektrodların səthində əks işarəli yüklər yaranır və buda elektrodlarda potensiallar fərqi əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. TEG-in əsas parametrlərindən biri onun effektiv



Şəkil 1. TEG-in quruluşu və ilkin hazırlanmış versiyası.

gücü və güc sıxlığıdır. Hazırlanmış sistem əsasında əldə olunan gərginlik və cərəyanın qiymətinə uyğun olaraq effektiv güc sıxlığı aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$W_{eff} = \frac{I^2 R_y}{S}$$

Burada W_{eff} effektiv güc sıxlığı, I çıxış cərəyanı, R_y yük müqaviməti, S isə TEG-in aktiv sahəsidir. BDU-nun Nano-araşdırmalar mərkəzində dielektrik material kimi Neylon və Silikon, elektrod kimi isə alminium folqadan istifadə edilərək TEG hazırlanmış və ölçmələr aparılmışdır. Nəticədə 62 ədəd LED-dən ibarət “NANO” ifadəsi işıqlandırılmışdır.

Ədəbiyyat:

1. He Zhang, Linjie Yao, Liwei Quan ,Xianglong Zheng “Theories for triboelectric nanogenerators: A comprehensive review”, Nanotechnology Reviews, Vol. 9, no. 1, 2020, pp 610-6251.
2. Feng-Ru Fan, Long Lin, Guang Zhu, Wenzhou Wu, Rui Zhang, Zhong Lin Wang ”Transparent Triboelectric Nanogenerators and Self-Powered pressure Sensors Based on Micropatterned Plastic Films” Nano Lett. 2012,6, 3109-3114.

(AgSbSe₂)_{0,8}(PbTe)_{0,2}-NİN İSTİLİKKEÇİRMƏSİ

Bağirov T.T., Səddinova A.A.*

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

Fizika İnstitutu, II kurs (magistrant)

turalbağirov607@gmail.com

Termoelektrik materiallar ayrılan istilik enerjisini birbaşa elektrik enerjisinə çevirir və gələcəkdə enerji tələbatının ödənilməsinədə əhəmiyyətli rol oynayacaq. Lakin bunun üçün yuxarı temperaturalarda effektiv olan termoelektrik materialların alınması vacib məsələlərdən biridir.

AgSbSe₂ üçqat yarımkəçirici birləşməsi fəza qrupu Fm3m olan nizamsız NaCl tip kubik quruluşa malikdir və orta temperatur oblastında işləyən p-tip termoelektrik materialdır [1]. Məlum olduğu kimi, termoelektrik materiallara qoyulan əsas tələb onların termoelektrik effektivliyinin yüksək olmasıdır. Materialların termoelektrik effektivliyini artırmaq məqsədilə, müxtəlif aşqarlardan və ilkin materiallar əsasında yeni bərk məhlulların alınması üsullarından istifadə edilir [2].

Bu məqsədlə, (AgSbSe₂)_{0,8}(PbTe)_{0,2} sintez edilmiş və onun istilikkeçirməsi tədqiq edilmişdir. İstilikkeçirmənin tədqiqi materialın bir sıra xassələri barədə dəyərli məlumat verir. Kristal qəfəsin istilikkeçirməsini tədqiq edərək ondakı bütün mümkün olan defektlər: yüklü və neytral aşqarlar, vakansiyalar, dislokasiyalar, elastiki gərginliklər və.s məlumat əldə etmək olar. Həmçinin ümumi istilikkeçirmə böyük tətbiqi əhəmiyyətə malikdir. Termoelektrik soyuducuların və generatorların faydalı iş əmsalının təyininə, diod, tranzistor və lazerlərin iş rejimlərinin hesabataında ümumi istilikkeçirmədən istifadə olunur.

(AgSbSe₂)_{0,8}(PbTe)_{0,2}-nin istilikkeçirməsi 80-300K temperatur intervalında tədqiq edilmişdir. Tədqiq olunan temperatur oblastında istilikkeçiriciliyinin qiyməti praktik olaraq dəyişmir və aşağı qiymətə- $8 \cdot 10^{-3}$ Vt/sm·K malik olmuşdur.

İstilikkeçiriciliyinin elektron hissəsi Videman-Frans qanunu ilə hesablanıb və 1% təşkil edir.

A¹B²C₂⁶ qrupuna daxil olan kubik yarımkəçiricilərin qəfəs istilikkeçirməsi fonon-fonon keçidi ilə məhdudlanır. Bunun nəticəsi olaraq fononların sərbəst qaçış yolunun orta uzunluğu atomlar arası məsafə ilə məhdudlanır. Digər tərəfdən, (AgSbSe₂)_{0,8}(PbTe)_{0,2} birləşməsi NaCl tip kubik quruluşa kristallaşır və Na atomlarının yerində statistik olaraq gümüş və stibium atomları yerləşir. Kristal qəfəsin eyni düyün nöqtələrində iki növ atomlar paylanmış və buna görə də, birləşmə özünü amorf cisim kimi aparır və istilikkeçirmə demək olar ki, temperaturdan asılı olmur. Fonon spektrlərinin hesablanması göstərmişdir ki, A¹B²C₂⁶ qrupuna daxil olan kubik yarımkəçiricilərin optik rəqsləri çox aşağı tezliyə malikdir və istilik daşınması zamanı akustik rəqslər güclü şəkildə səpilməyə məruz qalır. Akustik fononların rəqsləri və mümkün olan Ag/Sb nizamsızlığı (AgSbSe₂)_{0,8}(PbTe)_{0,2}-nin olduqca kiçik qəfəs istilikkeçiriciliyinə malik olmasına səbəb olur.

Ədəbiyyat

1. Wojciechowski, K., Tobola, J., Schmidt, M., Zybala, R. Crystal structure, electronic and transport properties of AgSbSe_2 and AgSbTe_2 . Journal of Physics and Chemistry of Solids, 2008, 69(11), 2748–2755
2. Дмитриев, А.В. Завягин, И.П. Современные тенденции развития физики термоэлектрических материалов. Успехи Физических Наук, 2010, т. 180, №8, с. 821-837

LAYERED STRUCTURES IN NONLINEAR OPTICS

Abbaszade J.M., Kasumova R.J..*

*Baku State University,
Physics faculty, III course
jamilya.abbaszade@mail.ru*

Key words: Regular Domain Structures (RDS), electronic polarization, second harmonic generation.

Maxwell's equations make it possible to find currents and charges from a known electromagnetic field, and also to find a field from known currents and charges. As is known, the propagation of light inside an optically anisotropic medium has specific features. In the chosen direction, two linearly polarized waves propagate in the medium at the same frequency with different velocities; wave polarization vectors are mutually perpendicular [1-2].

In recent years, micro- and nano-domain engineering has been actively developing, the main task of which is to create stable regular domain structures (RDS) in ferroelectrics to improve nonlinear optical, electro-optical and acoustic characteristics [3-5].

As is known, when the second harmonic is generated from the wave equation with quadratic nonlinear polarization, the following system of truncated equations is obtained [3]:

$$\begin{aligned}\frac{dA_1}{dz} + \delta_1 A_1 &= -i\gamma_1 A_2 A_1^* \exp(-i\Delta z), \\ \frac{dA_2}{dz} + \delta_2 A_2 &= -i\gamma_2 A_1^2 \exp(i\Delta z),\end{aligned}\quad (1)$$

where $A_{1,2}$ are the complex amplitudes of interacting waves at frequencies $\omega_{1,2}$ ($\omega_2 = 2\omega_1$), $\gamma_{1,2}$ are the coefficients of nonlinear coupling of interacting waves at the corresponding frequencies associated with the quadratic susceptibility of the medium, $\Delta = k_2 - 2k_1$ is the phase mismatch between the pump and second harmonic waves, Z is the coordinate along the direction of wave propagation.

In the approximation of a given field from this system, we have the following truncated equation in the absence of losses ($\delta_{1,2} = 0$)

$$\frac{dA_2}{dz} = -i\gamma_2' A_{10}^2 \exp(i\Delta z), \quad (2)$$

where γ_2' is the coefficient of nonlinear coupling of waves, Δ is the phase mismatch waves, A_{10} - complex amplitude of the fundamental wave with frequency ω , $A_1(z=0) = A_{10}$.

After leaving the first domain, the wave harmonics and fundamental radiation propagates in the second domain. Solving equations (1), we obtain:

$$A_2(z) = i(\gamma'_2 - \gamma''_2)A_{10}^2 z \operatorname{sinc}(\Delta z/2) \exp(i\Delta z/2) \quad (3)$$

Here γ''_2 is the coefficient of nonlinear coupling of waves in the second domain. Such interactions in such inhomogeneous structures are called quasi-synchronous.

References:

1. https://tsput.ru/res/fizika/1/KR_ELEC/124.htm
2. Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В. Прикладная нелинейная оптика. — 2-е изд., глава II, страница 32.
3. M.M. Fejer. G.A. Magel, D.H.Jundt, R.L. Byer. IEEE J. QE, 28 2631-2654 (1992).
4. Z.H. Tagiev, R.J. Kasumova. Phase effects at second harmonic generation in the layer media. Optics & Communications, 2008, v.281, p.814-823.
5. R.J. Kasumova. Quasi-phase-matched intracavity laser frequency summation. Applied Optics, 2012, v. 51, No 13, p.2250-2256.

ПРЯМОЕ МЕЖЗОННОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА В КВАНТОВЫХ ТОЧКАХ ПРИ НАЛИЧИИ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.

Магеррамова Б.Е., Ибрагимов Г.Б.*

*Бакинский Государственный Университет
Физический факультет, II курс (магистрант)
bahar.maharramova@bsu.edu.az*

В последнее время возрастает интерес к полупродниковым квантовым точкам (КТ), что обусловлено новыми физическими свойствами этих нульмерных объектов, которые в основном являются следствием размерного квантования (РК) носителей заряда в них. Развитие новейших технологий роста, таких как эпитаксальный метод Странски-Крастонова и т.д., сделали реальным выращивание КТ различных форм и размеров. Энергетический спектр НЗ в КТ полностью квантован и напоминает энергетический спектр атомов, поэтому КТ иногда называют «искусственными атомами». В последние годы появилось много теоретических экспериментальных работ, где рассмотрены эллипсоидальные, пирамидальные, цилиндрические линообразные КТ. В результате РК физические свойства НЗ в таких структурах сильно зависят от внешних формы объекта. В ряде работ было показано, что даже малое изменение внешней геометрической формы КТ сильно влияет на спектр НЗ в таких структурах. Иными словами, геометрическая форма и размеры конкретно взятого образца является рычагом управления энергетическим спектром и другими физическими характеристиками НЗ в КТ.

В настоящее время интенсивно исследуются полупроводниковые наноструктуры, схожие со структурами типа GaAs/Ga_xAl_xAs. Во время роста КТ в результате диффузии формирующийся ограничивающий потенциал в большинстве случаев с большой точностью аппроксимируется параболическим потенциалом. Однако, эффективный параболический потенциал может возникнуть в КТ также в силу особенности ее внешней формы. В частности, речь идет о КТ, имеющей форму сильно сплюснутого (вытянутого) эллипсоида вращения.

Перейдем к рассмотрению прямого межзонного поглощения света ССЭКТ в режиме сильного РК, когда кулоновское взаимодействие между электроном и дыркой можно пренебречь.

Рассмотрим случай тяжелой дырки. Коэффициент поглощения определяется выражением:

$$K = A \Sigma \left| \int \Psi \Psi dr \right|^2 \delta(hE_g - E^e - E^h) \quad 1.1$$

В режиме сильного РК окончательно для величины K и для края поглощения получим:

$$K = A \Sigma \delta(h\Omega - E_g - E^e - E^h) \quad 1.2$$

$$W_{100} = 1 + \pi \alpha / 4c^2 + \pi \alpha / \alpha_1 c_1 \quad 1.3$$

Формула 1.3 характеризует зависимость эффективной ширины запрещенной зоны от полуосей a_1 и c_1 . С уменьшением обеих полуосей КП сдвигается в коротковолновую область, однако зависимость от малой полуоси проявляется сильнее.

Литература

1. М.К.Керимов, А.Ш.Мехтиев, В.М.Салманов. Современная оптика полупроводников .Баку: «ЭЛМ»,2006.-468 с
2. Салманов В.М.,Гусейнов А.Г., Мамедов Р.М.Оптические квантовые генераторы.Баку 2018.204стр

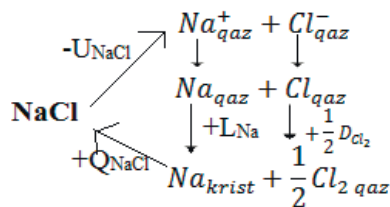
BORN-QABER TSİKLİNƏ ƏSASƏN NaCl KRİSTALININ İLİŞMƏ ENERJİSİNİN HESABLANMASI VƏ DISSOSASIYA ENERJİSİNİN TƏYİNİ

Hüseynova S.F., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi

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 prosesdən istifadə etmək olar.(1) Prosesin birinci mərhələsində kristal ion qazına ayrılır. Bunun üçün kristalın U_{NaCl} enerjisi qədər enerji tələb edilir. Sonra ion qazının atomar Na və Cl qazına çevrilməsi baş verir. Bu zaman Na atomunun ionlaşma potensialına bərabər $+J_{Na}$ enerjisi ayrılır. Cl atomu üçün isə elektronun hərislik enerjisi qədər $-\varepsilon_{Cl}$ enerji udulur. Daha sonra isə Na buxarlarının kondensasiya edərək metallik Na əmələ gətirməsinə və 2 atomlu Cl molekulunun yaranmasına baxılır. Hər 2 proses enerjinin ayrılması ilə müşayiət olunur. Na üçün bu enerji kristalın sublimasiya istiliyinə $+L_{Na}$ enerjisində və molekulyar Cl-un dissosasiya 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 $+Q_{NaCl}$. Buradan,



$$U_{NaCl} = Q_{NaCl} - \varepsilon_{Cl} + \frac{1}{2}D_{Cl_2} + J_{Na} + L_{Na} \quad (2)$$

(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 ⁻¹²					U, kkal/mol	
	Ae ² /r	C/r ⁶	Be ^{-r} /ρ	ε ₀	U	Hesablanmış	Ekspiriment
NaCl	-14.18	-0.20	+1.63	+0.12	-12.63	-183.1	-181.3

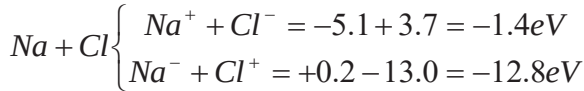
Bu hesablamalarda ionların Kulon qarşılıqlı təsir enerjini, eləcə də Van-der-Vals cəzbəmə enerjisi c/r^6 , itələmə enerjisi və sıfırıncı ε_0 enerjisi nəzərə alınmışdır. Axırıncı 2 sütunda hesablamadan və təcrübədən tapılmış qiymətlər verilmişdir. Bir sıra alimlər, məsələn, A.E. Feresman və A.F. Kapustinski 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:

$$U_0 = -287.2 \frac{\sum m Z_1 Z_2}{r_A + r_k} \left(1 - \frac{0.345}{r_A + r_k}\right)$$

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:



Hər iki halda ionlar bir-birinə 2.5 -ə qədər yaxınlaşdıqda Kulon qarşılıqlı təsir enerjisi eyni olur və

$$U = eV = \frac{e^2}{r} = e \frac{4.8 \cdot 10^{-10}}{2.5 \cdot 10^{-5}} \text{ SQSE} = 1.9 \cdot 10^{-16} \text{ SQSE} = 5.7 \text{ eV olur.}$$

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 dissosasiya 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 dissosasiya edərək ionlaşması və yaxud atomların ionlaşması başa düşülür. [2]. Metalın səthinə düşən molekulun dissosasiya 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 dissosasiya enerjisini tapmaq olar. [2]-də alınan nəticələrdən istifadə edərək NaCl molekulu üçün dissosasiya 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 .Москва .1962.с.498.

PEROVSKITE SOLAR CELL

Ganbarova S.V., Mammadov H.M.*

*Baku State University
Physics Faculty, IV grade
sevinjganbarova@bsu.edu.az*

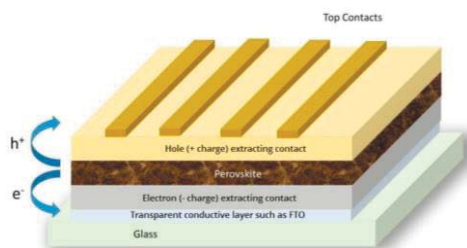
A solar cell is a device that converts light energy directly into electrical energy via photovoltaic effects. A photovoltaic solar cell is made of three main parts: light absorber, carrier collector and metal contacts. And core of a solar cell is light absorber.

Next generation of photovoltaic technologies is Perovskite solar cell. Perovskite structure is any material with the same type of crystal structure as CaTiO_3 (ABX_3). Perovskite materials used in solar cells are a kind of organic-inorganic metal halide compound with the perovskite structure. “A” cation (CH_3NH_3^+ , MA^+ , $\text{CH}(\text{NH}_2)_2^+$, FA^+) is located the vertex of the face-centred cubic lattice. “B” cation (Pb^{2+} , Sn^{2+} , etc.) is located at the core and halogen anion “X” (Cl , Br^- , I^-) sits in the face centers.

Mostly studied organic-inorganic hybrid is methylammonium lead trihalide ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$). $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ is most used material due to making high efficiency perovskite solar cell. The material has excellent photoelectric properties, lower exciton binding energy, and high optical absorption coefficients ($1.5 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ at 550 nm). Perovskite absorber layer absorbs light efficiently. Electrons and holes can be effectively transmitted and collected.

The perovskite solar cell consists of three layers that are sandwiched between metal contacts. Firstly, starting transparent contact on a glass substrate. The transparent contact is made of fluorine doped tin oxide (FTO). On top of that, a layer of titanium dioxide deposited which is n-type semiconductor, that is used to conduct electrons. These first two layers make up the anode in solar cell. On top of that a perovskite ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbX}_3$) deposited. On top perovskite layer the small molecule Spiro-OMeTAD deposited which is p-type layer. That is used to conduct holes. Lastly, on top of that a contact evaporated which made of gold. Spiro-OMeTAD gold layer makes up the cathode in solar cell.

Perovskite solar cells aim to increase the efficiency and lower the cost of solar energy. Perovskite PVs provide high efficiencies and reduced processing costs. A big advantage perovskite PVs is that they can react to various different wavelengths of light, which lets them convert more of the sunlight that reaches them into electricity. Efficiency of perovskite solar cells is 25.2% at the laboratory record. Researchers are also combining perovskite solar cells with conventional silicon solar cells— record efficiencies are currently 29.1% and rising rapidly. Moreover, advantages of perovskite PVs are flexibility, semi-transparency, tailored form factors, light-weight and more. These characteristics will open up many more applications for solar cells.



References

1. <https://www.perovskite-info.com/perovskite-solar>
2. <https://www.cei.washington.edu/education/science-of-solar/perovskite-solar-cell/>
3. Svanström, S., Jacobsson, T. J., Sloboda, T., Giangrisostomi, E., Ovsyannikov, R., Rensmo, H., & Cappel, U. B. (2018). Effect of halide ratio and Cs^+ addition on the photochemical stability of lead halide perovskites. *Journal of Materials Chemistry A*, 6(44), 22134-22144.
4. Wang, X., Zhang, T., Lou, Y., & Zhao, Y. (2019). All-inorganic lead-free perovskites for optoelectronic applications. *Materials chemistry frontiers*, 3(3), 365-375.
5. Shuai, Zhao. *First-Principles Study of Inorganic Double Perovskites for the Application of Solar Cells and Fuel Cells*. 2016, pp. 1–86, *First-Principles Study of Inorganic Double Perovskites for the Application of Solar Cells and Fuel Cells*.

MOLİBDENİN –BARIUM TƏBƏQƏLİ SİSTEMİN EMİSSIYA PARAMETRLƏRİNİN TƏYİNİ

Fərmanzadə S.Y., Orucov A.K.*

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

Məlumdur ki, metalda sərbəst elektronlar vardır. Bəs nə üçün adi halda bu elektronlar metalı tərk etmir? Metalı qızdırdıqda isə elektronlar "buxarlanır". Temperaturun artması ilə ayrılan elektronların sayı artır. Onda belə nəticəyə gəlmək olar ki, metalın səthində elektronu saxlayan qüvvələr mövcuddur və elektronun metalı tərk etməsi üçün bu qüvvələrə qarşı müəyyən iş görülməlidir. Bu işə tam çıxış işi deyilir. Çıxış işinin iki əsas səbəbi vardır.

1.İkiqat elektrik layında təsir edən qüvvəyə qarşı görülmən işi.

2.Güzgü əksi qüvvələrinə qarşı görülmən işi.

Metallar üçün Fermi enerjisi sadə fiziki mənaya malik olub, mütləq sıfırda elektronun maksimal kinetik enerjisinə bərabərdir. Elektronların əksəriyyətinin enerjisi Fermi səviyyəsinə yaxın olduğundan elektronun metalı tərk etməsi üçün ona verilən minimal enerji tam çıxış işindən Fermi enerjisi qədər az olar. Bu minimum enerji elektronun effektiv çıxış işi və ya sadəcə olaraq çıxış işi adlanır. Elektronun metalı tərk etməsi üçün çıxış işi tələb olunur. Ona görə də elektronun metalda hərəkətinə onun müəyyən hündürlüyü olan potensial quyuda hərəkəti kimi baxa bilərik. Elektronun bu çuxurdakı enerjisini göstərmək üçün iki enerji şkalasından istifadə olunur. Birinci W şkalasında keçirici zonada sükunətdə olan elektronun enerji hesablanma başlanğıcı seçilir. Onda cisim daxilindəki keçirici elektronların enerjisi $W>0$ və xüsusi halda cisimdən kənarda sükunətdə olan elektronun enerjisi cismin sərhəddindəki potensial çəpərin W_a hündürlüyünə bərabər olur. Konkret misal olaraq Mo-Ba sisteminə baxılmışdır. Barium örtüyünün molibdenin çıxış işini azaltması aşağıdakı kimi izah edilir. Adsorbsiya qüvvələrinin təsiri ilə səthə yaxınlaşan hər bir Ba atomu polyarlaşır və elektrik dipoluna çevrilir. Bu dipolların əmələ gətirdiyi ikiqat elektrik layı çıxış işini azaldır. İkiqat laya müstəvi kondensator kimi baxsaq, onun əmələ gətirdiyi potensiallar fərqi

$$\Delta\varphi = E \cdot \ell \quad (1)$$

olar. $E = 4\pi\sigma$, $\sigma = \frac{q}{S}$, $q = N \cdot e$ qiymətlərini yerinə yazaraq və $p = e \cdot \ell$

dipol momenti olduğunu nəzərə alaraq (1)-dən

$$\Delta\varphi = 4\pi np \quad (2)$$

alarıq. Haradakı, $n = \frac{N}{3}$ olub, bu 1sm^2 -dəki dipolların sayıdır. Təcrübədən tapılmış $\Delta\varphi$ -nin maksimum qiyməti monolaya yox, $\Theta_{\text{opt.}} = 0,7$ qiymətinə uyğun gəlirki, bu da konsentrasiyanın sonrakı $\Theta > \Theta_{\text{opt.}}$ qiymətlərində dipollar arasındakı məsafənin azalması nəticəsində yaranan əks polyarlaşma effekti ilə izah olunur. Bu

zaman əks polyarlaşma effekti nəticəsində p-nin azalması , n-nin artmasından daha çox olur və nəticədə çıxış işi müəyyən qədər arta da bilər. Bu sistemdə daha bir maraqlı nəticə normal Şottki effektinin müşahidə olunmamasıdır. Bu onunla izah edilir ki, Ba atomları molibdenin səthində adacıqlar şəklində deyil, qismən yüklənmiş (əslində polyarlaşmış) sərbəst atomlar kimi paylanmış olur. Barium dipollarının kontakt elektrik sahəsi ləkələrin ikiqat elektrik sahəsinə nəzərən daha tez və az sahələrdə kompensasiya olunurlar ki, bu səbəbdən də cərəyan normal Şottki effektinə uyğun olaraq artır. Göstərilmişdir ki, Mo-Ba örtüklü katodlarda çıxış işinin 5,1 eV-dan 2,1 eV-a qədər azalması ilə yanaşı A_p sabiti də $A_0/A_{Mo-Ba} \approx 3 \cdot 10^4$ dəfə azalır.

Ədəbiyyat

1. А. К. Оруджов. Диффузия атомов калия в рений,покрытый двумерной графитовой пленкой. Физика металлов и металловедение, 2013, том 114, № 1, с. 71–76.
2. А.К. Оружов. Introduction of carbon atoms in the rhenium and getting thick layer graphite film on the surface of rhenium. Journal of Qafqaz University, Baku – 2012, № 34,

QRAFİT MONOTƏBƏQƏSİ İLƏ ÖRTÜLMÜŞ RENİUM LENTİN EMİSSIYA XASSƏLƏRİ

Nəcəfova Ş.Ş. Orucov A.K.

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi

nisesshahin@icloud.com

Termoelektron emissiya cərəyanının və ion cərəyanının temperatur asılılığından müəyyən edilmişdir ki, çıxış işi (təmiz səth) 5,2 eV- dan(qrafitlə örtülü səth) 4,5 eV-a kimi azalır. Müəyyən edilmişdir ki metal - təbəqəli sistemlərin bəzilərində ikiölçülü faza keçidi baş verir, karbon atomları reniumun həcmində o vaxta qədər diffuziya edir ki, karbon atomlarının konsentrasiyası artıb verilən temperaturda doyma həddinə çatır və sonra səthdə qrafit monotəbəqəsi əmələ gəlir. Hər temperatur üçün konsentrasiyanın öz dönmə həddi vardır .

Polikristallik lent və ya naqilləri rekristallaşdırmaq üçün dəyişən cərəyan vasitəsilə yüksək temperaturlara qədər qızdırılmadan istifadə olunur. Bu işdə də yüksək vakuumda uzun müddətli qızdırma zamanı Re polikristal lentləri monokristal nümunəyə çevrilmişdir. Ölçüləri 50mm x 1mm x 0,03mm olan polikristal renium lenti $t=20$ saat ərzində, ($T \approx 2000$ K) dəyişən cərəyan ilə qızdırıldıqda rekristallizə olunur və onun (1010) üzvi alınır. Rekristallizasiya olunmuş renium lentinin çıxış işi çətin ionlaşan element indiumun səthi ionlaşmasına və termoelektron emissiyasına əsasən (TEE) təyin edilib. Çıxış işi üçün hər iki üsulla demək olar ki, eyni nəticələr alınır ($\varphi = 5,17 \pm 0.03$ eV) . Rekristallizasiya olunmuş renium lentinin müqaviməti $R_{20}^0 = 0.29$ Om idi. Çətin ionlaşan elementin termoelektron emissiya və səthi ionizasiyasını kompensə olunmuş kontakt "ləkə" sahəsində tədqiq edərək emitterin çıxış işinin praktiki kontrastlığını $\Delta\varphi = \varphi_{\max} - \varphi_{\min}$ tapmaq olar. Çıxış işinə görə bircins səthlər üçün $\varphi_E^* = \varphi_i^*$ və $\Delta\varphi = 0$. Eksperimentlər göstərdi ki, rekristallizasiya prosesi anomal Şottki effektinin zəifləməsinə gətirib çıxarır. Məlumdur ki, çətin əriyən metalların səthində Cs, Ba, Th və s. nazik təbəqələrini almaqla belə təbəqəli sistemlərdən effektiv katodlar düzəltmək olar. Bunun üçün yüksək vakuumda yüksək temperaturda bu metalların səthi adsorbisiya olunmuş hissəciklərdən təmizlənir sonra, metalın təmizlənmiş səthinə Ba, Cs və s. lazım olan atomlar çökdürülür. Məlumdur ki, müxtəlif təbəqələrdə çıxış işini təyin etmək üçün çıxış işi üçün səth bircinsli olmalıdır [1-3]. Çıxış işi səthin həndəsi bircinslik dərəcəsi ilə, atomların səthə adsorbisiyasının fəza quruluşu ilə əlaqədardır. Xüsusi qaz buraxma sistemindən kütlə - spektrometrinə $3 \cdot 10^{-3}$ Torr təziqə kimi benzol (C_6H_6) buxarı buraxaraq $T = (1600 - 1800)$ K intervalında renium üzərində karbon təbəqəsi alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, bu cür təbəqə qrafit mono- təbəqəsidir. Termoelektron emissiya cərəyanının və ion cərəyanının temperatur asılılığından müəyyən edilmişdir ki, çıxış işi (təmiz səth) 5,2 eV- dan(qrafitlə örtülü səth) 4,5 V-a kimi azalır. Metal - təbəqəli sistemlərin bəzilərində ikiölçülü faza keçidi müəyyən olunmur. [1-4]. Mo - C, Ir - C, Pt - C və digər sistemlərdə isə I növ ikiölçülü faza keçidi müəyyən edilir. Çıxış işinə görə səthin analizi termoelektron emissiya (TEE) və səthi ionlaşmanın (Sİ) kombinə edilmiş

metodları ilə keçirilir. Re-C sisteminin elektrofiziki xassələrinin CsCl molekulların katalitik dissosiasiyası və termoelektron emissiya TEE metodları ilə öyrənilməsi göstərir ki, benzol buxarlarında qızdırılmış və karbon atomları ilə doydurulmuş $T \leq 1800$ K-ə qədər renium lenti sonra temperaturu aşağı saldıqda renium lenti üzərində qrafit monotəbəqəsi əməmlə gəlir. Reniumun səthində qrafit monotəbəqəsini almaq üçün, polikristallik renium məftilində olduğu kimi qızdırılmış renium lentinin səthində olan benzol molekullarının parçalanması nəticəsində alınan karbon atomları reniumun həcminə o vaxta qədər diffuziya edir ki, karbon atomlarının konsentrasiyası artıb, verilən temperaturda həll olma həddinə çatır və sonra Re (1010) səthində qrafit monotəbəqəsi əmələ gəlir, bu proses $\approx 30 - 40$ dəq. davam edir. Bu zaman lentin müqaviməti otaq temperaturundakı qiymətindən $R_{20}^0 = 0,29$ Om- dan $0,46$ Om -a qədər artdı. Məlumdur ki, qrafit monotəbəqəsinin metallarda (Ir, Rh, Re) əmələ gəlməsinin xarakterik əlamətləri - CsCl molekullarının dissosiasiya əmsalının təmiz səthdə 1- dən $\sim 10^{-3} \div 10^{-5}$ qədər azalması, (Me - C üçün) və metalın çıxış işinin dəyişməsidir. ($-4,5$ eV). Me- C sisteminin bu əlaməti bizim tərəfdən Re- C öyrənilməsi zamanı istifadə olundu. Karbonun həll olma temperaturundan ($T=1600$ K) çox olması zamanı səthi qrafit monotəbəqəsindən təmizlənir, həmçinin karbon atomları reniumun həcmində həll olur.

Ədəbiyyat

1. Orudjov A.K. Modification of the physical properties of the iridium surface monolayer graphite film as a result of the intensive diffusion of potassium atoms. The Physics of Metals and Metallography, 2011, Volume 111, № 6, p. 626-627.
2. Ф.К. Юсифов, А.К. Оруджов, А. О. Дашдамиров О работе выхода и постоянной Ричардсона пленочной системы Ir(111)-Pd, Ir(111)-C, Ir(111)-Ba. Вестник БГУ, серия физ.-мат. Наук, №1 . 5. 1992.
3. Gall N. R., Rut'kov E. V., Tontegode A. Ya. Interaction of aluminum with iridium surface: Adsorption, desorption, dissolution, and formation of surface compounds Physics of the Solid State, 2006; 48 (2) 369-376
4. Афанасьева Е.Ю. Термодесорбция самария с окисленного вольфрама .ПЖТФ, 2007, том 33, выпуск 6.63-69 с

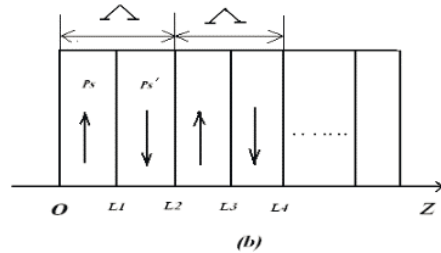
OPTİK SUPERQƏFƏSDƏ KVAZİSİNHRON GENERASIYA

Zeynallı A., Kasumova R.J. *

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, IV kurs
aydanzeynalli4@gmail.com

Açar sözlər: nizamlı domen quruluşları, coherent uzunluq, o kvazisinxron qarşılıqlı təsir.

Optik kvant generatorların yaranmasından sonra dielektrik nüfuzluğunun işıq dalğasının intensivliyindən asılılığına əsaslanan qeyri-xətti effektlərin araşdırılması geniş vüsət aldı. Koherent şüalanmanın kiçikölçümlü mənbələrinin yaradılması lazer fizikasının aktual problemidir. Bu istiqamətdə optik tezliklərin çevrilməsinin müxtəlif üsulları aktiv tədqiq olunur. Aktiv qeyri-xətti kristallarda çoxdalğalı proseslərin reallaşması xüsusi maraq kəsb edir ki, burada qeyri-xətti optik proseslərlə eyni zamanda lazer şüalanmasının generasiyası da baş verir [1].



Məlum olduğu kimi qeyri-xətti effektin toplanması l_{coh} uzunluqda baş verir. Əvvəlcə l_{coh} məsafədə əsas şüanın enerjisinin ikinci harmonika dalğasının enerjisinə ötürülməsi, sonra isə yenə də həmin l_{coh} uzunluqda enerjinin əks ötürülməsi baş verir. Bu ilk dəfə təcrübə olaraq ABŞ alimləri (R.V. Terxun və əməkdaşları) tərəfindən müşahidə olunub. Bu təcrübədə qeyri-xətti mühitin uzunluğundan asılı olaraq harmonika dalğasının intensivliyinin ossilyasiyasını tədqiq olunub və kvarts kristalı üçün $l_{coh} \sim 7$ mkm alınıb [2].

Periodik - qeyri-bircins mühitlərin, yəni kvadrat qavrayıcılığının periodic modulyasiyalı mühitlərdən istifadəsi ideyası Blomberqinə məxsusdur. Bu mühitlər qarşılıqlı təsirdə olan dalğaların fazalar fərqi kompensasiyası üçün nəzərdə tutulur [3].

Son zamanlar ardıcılıqla yerləşdirilmiş seqnetoelektrik domenləri olan laylı mühitlər geniş tətbiq olunur. Buradan belə strukturların daha bir adı – nizamlı domen quruluşlarıdır. Bir domendən digərinə keçid zamanı spontan polarizasiyasının istiqaməti və kvadrat qeyri-xətti qavrayıcılığın işarəsi dəyişir. Bu da birinci domendəki fazalar fərqi ilə müqayisədə ikinci domendə qarşılıqlı təsirdə olan dalğaların fazalarfərqi π qədər dəyişməsinə ekvivalentdir. Belə qeyri-bircins strukturlarda qarşılıqlı təsiri bircins mühitlərdə müşahidə olunan sinxron qarşılıqlı təsirdən fərqli olaraq kvazisinxron adlandırırlar [4-5].

Kvazi faza uzlaşması metodunun ideyası şəkildə qeyri-xətti periodik qütblü materiallı kristalda (optik oxunun təkrarlanma periodlu Λ olan periodik qütblü

material) təsvir olunmuşdur. Optik oxların birinin istiqaməti adətən seqnetoelektrik materialın c oxu istiqamətində yönələn materialın sərhədləri daxilində periodik funksiyalı strukturdur. Oxu istiqamətində inversiya qeyri-xətti əlaqə əmsalının işarəsinin inversiyasının nəticəsidir. Bu periodiklik sıfırdan fərqli Δk kompensasiya edə bilər. Bu effekt şəkildə təsvir olunmuşdur. Şəkildə qeyri-xətti optik qarşılıqlı təsirdə generasiya olan dalğanın sahə amplitudunun faza dəyişməsinin uyğun olaraq üç müxtəlif faza uyğunluğunun müqayisəsi verilmişdir.

Ədəbiyyat

1. R.C. Qaslova, R. Karaməliyev. Kvant elektronikasının əsasları. 1990.
2. Дмитриев В. Г., Тарасов Л. В. Прикладная нелинейная оптика. 2003.
3. N. Bloembergen, Nonlinear Optics (4th Edition), 1996.
4. M.M. Fejer. G.A. Magel, D.H.Jundt, R.L. Byer. IEEE J. QE, **28** 2631-2654 (1992).
5. Z.H. Tagiev, R.J. Kasumova. Optics & Communications, 2008, v.281, p.814-823.

AŞQARLI YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ YARARAN CƏRƏYAN RƏQSLƏRİNİN QEYRİ-XƏTLİ YAXINLAŞMADA TEZLİYİNİN HESABLANMASI

Alimova T.A., Həsənov E.R.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
turkan5@list.ru*

Açar sözlər: yarımkeçiricilər, rəqslər, qeyri – xətti yaxınlaşma, tezlik

Elektron və dəşikli yarımkeçiricilərdə müxtəlif səpilmə mexanizmlərinin hesabına yaranan rəqslərin statistik və dinamik olma xarakterləri müəyyən edilmişdir. Yaranan rəqslərin tezlikləri və amplitutları analitik olaraq hesablanmışdır. Rəqslərin başlanğıc amplitudu tapılmışdır. Başlanğıc amplitudun qiymətindən asılı olaraq rəqslərin dayanıqlı və dayanıqsız olması təyin edilmişdir. [1-3] işlərində elektron və dəşik tip keçiriciliyə malik yarımkeçiricilərdə, xarici elektrik sahəsinin təsiri ilə yaranan cərəyan rəqslərinin tezlikləri və amplitudları nəzəri olaraq tətqiq edilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, xarici dövrdə cərəyan rəqsləri yarananda (yəni xarici dayanıqsızlıq olanda) xətti yaxınlaşma metodu yaramır. Yəni cərəyan rəqslərini xarakterizə edən tənliklər sistemi qeyri-xətti diferensial tənliklərdir və onların həll olunması aşağıda izahını verdiyimiz metodla olmalıdır. Qeyri xətti diferensial tənliklərin həll olunmasının riyazi metodunun şərhindən əvvəl elektron və dəşik keçiricikli yarımkeçiricilərdə cərəyan rəqslərini xarakterizə edən tənliklər sistemini yazmışıq.

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

Van-der-Pol tənliyi ilə xarakterizə olunan rəqsin (bizim tətqiq etdiyimiz elektron və dəşik tip keçiriciliyə malik yarımkeçiricilərdə xarici elektrik sahəsinin təsiri ilə yaranan rəqslər) birinci yaxınlaşmada ω_1 tezliyi yükdaşıyıcıların güclü ($v_d > S$) elektrik sahəsində səpilmə mexanizmindən kəskin asılıdır.

Beləliklə, səpilmə qeyri-polyar optik fononlardan və akustik fononlardan olduqda elektron və dəşik tip keçiriciliyə malik yarımkeçiricilərdə yaranan rəqslərin tezliyi üçün analitik ifadə almışdır.

Yaranan rəqslərin tezlikləri yalnız optik səpilmə olduqda artır, bu da o deməkdir ki, optik fononlardan səpilmə daha çox elektrik yüklərinin qeyri-bərabər paylanmasına səbəb olur.

Beləliklə birinci yaxınlaşmada tezlik üçün aşağıdakı ifadəni almışdır:

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

Ədəbiyyat

1. [1] The Nonlinear Theory of Gunns Effect. Eldar Rasul oglu Hasanov, Ruhiye Kerem kızı Gasıмова, Akber Zeynelabidin oglu Panahov and Ali Ihsan Demirel. Progress of Theoretical Physics. Vol 121 N0.3, Marc 2009, pp. 593-601.
2. [2] Ultrahigh Frequency Generation in GaAs-ture Two-Valley Semiconductors. E.R. Hasanov, R.K. Gasıмова, A.Z. Panahov and A.I. Demirel. Adv. Studies Theor. Phys. Vol 3. 2009 no 8. 293-298.
3. [3] High Frequency Energy Radiation of n-Type Semiconductors at Constant Electric and Magnetic Field. Eldar Rasuloglu Hasanov, Akber Zeynalabdin Panahov and Ali Ihsan Demirel. Adv. Studies Theor. Phys. Vol.7,2013, no 21, 1035-1042.

BÖLMƏ IV

FİZİKANIN TƏDRİSİ METODİKASI

MÜASİR TƏLİM SİSTEMİNƏ UYĞUN OLARAQ ŞAĞIRDLƏRDƏ FİZİKADAN PRAKTİKİ BACARIQ VƏ VƏRDİŞLƏRİN FORMALAŞDIRILMASI

Şərifova F.E., Qarayev E.S.*

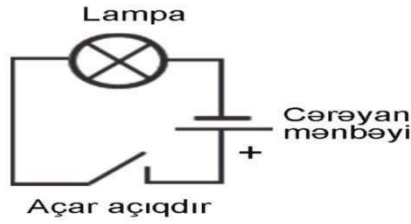
*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, III kurs
fsharifova77@gmail.com*

Açar sözlər: Nümayiş, təcrübə, təbiət hadisələri, cihazlarla işləmə vərdişi, təbii proseslər

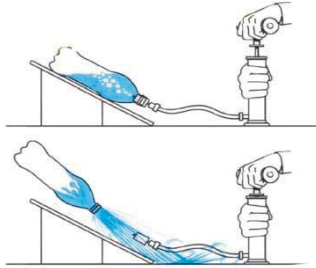
Şagirdlərdə praktiki bacarıq və vərdişlərin formalaşdırılması prosesi aşağı siniflərdən başlanmalıdır. Fizika elmi ilə ilk tanışlığı olan şagirdlərə öyrədilməli olan təcrübələr təbiətlə bağlı, müxtəlif tipli sadə proseslər olmalıdır. Məsələn, (şəkil 1) istilik hadisələri- Günəşin Yeri qızdırması, elektrik hadisəsi- şimşəyin çaxması, işıq hadisələri- kölgənin əmələ gəlməsi, işığın güzgüdə əks olunması və s.



Onlarda praktiki bacarığın aşılması prosesinin başlanması və inkişafı üçün müstəqil olaraq görəcəkləri bunun kimi tapşırıqlar, təcrübələr (məs: müxtəlif elektrik dövrələri qurmaq, şəkil 2-də göstərilən kimi bir lampa, açar və cərəyan mənbəyindən ibarət elektrik dövrəsini qurmaq) cihazlarla işləmə kimi vərdişlər aşılmalıdır.



Bunun kimi praktiki bacarıqların yaranması üçün birinci şərt yerinə yetiriləcək əməliyyatın fiziki mənasını, cihazın quruluşunu, işləmə prinsipini başa düşməkdir. Və qeyd etməliyik ki, bu prosesin gedişinə müəllim nəzarət etməlidir. Xüsusilə təhlükəsizlik qaydalarına riayət edilməsinin vacib olduğu təcrübələr. Məsələn: “Su mühərrikli raketin” start halı adlı bir təcrübəyə nəzər yetirək. Şəkildən də görüldüyü kimi nasosla hava verilərkən onun qarşısında və yaxınlığında durmaq təhlükəlidir.



Müəllim çalışmalıdır ki, şagirdlər cihazlarla işləyərkən ölçmə işini tam dəqiq və düzgün aparsınlar. Əks halda “bacarıqların aşılması” prosesində səhvə yol verilə bilər. Bu isə sonralar aradan qaldırıla bilməyən bir problemə çevrilə bilər. Odur ki, bu prosesin gedişinə nəzarət edən müəllim təcrübəli, məhsuliyətli və çevik olmalıdır. Və ən son olaraq qeyd etməliyik ki, aşağı siniflərdən qazanılan bu bilik və bacarıqların yuxarı siniflərdə də davam etdirilməsi və inkişafı mütləqdir.

Ədəbiyyat

1. Y.Q.Nurullayev “Fizika kursunun tədrisi metodikası” Bakı, 2009, 112 səh
2. S.Q.Abdullayev – Fizika məsələləri 9-11. Bakı, “Kür” nəşriyyatı 2001, 260 səhifə
3. Fizika dərslikləri 6-11

СВОЙСТВА НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

Музаффарова И.Э., Гаджиева Л.С.*

Бакинский Государственный Университет

Физический факультет, I курс

izamuzaffarova@gmail.com

Ключевые слова: текучесть, вязкость, жидкость.

Жидкостное состояние обычно определяют как промежуточное между твердым телом и газом. Различают жидкости идеальные и реальные. Идеальные — это невязкие жидкости, в которых отсутствуют силы трения. Реальными являются вязкие жидкости, обладающие сжимаемостью, сопротивлением. Вязкость в жидкостях определяет силу внутреннего трения, была определена Ньютоном. Реальные жидкости могут быть ньютоновскими и неньютоновскими. Однородные жидкости относятся к ньютоновским: вода, масло и большая часть привычных нам в ежедневном использовании текучих веществ, которые сохраняют свое агрегатное состояние (если речь не идет об испарении или замораживании). Я решила исследовать свойства неньютоновской жидкости в домашних условиях. Простейшим примером может являться смесь крахмала с небольшим количеством воды. К свойствам неньютоновской жидкости относятся:

1. Текучесть зависит от силы и скорости воздействия

2. Вязкость зависит от скорости воздействия при применении резких быстрых механических усилий принимает свойства твердых тел, при медленном воздействии ведёт себя как обычная жидкость.

Эксперимент №1 «Получение неньютоновской жидкости и определение ее свойств в обычных условиях». Смешать в равных долях крахмал и воду в чашке. Получится белая жидкость. Если мешать быстро, чувствуется сопротивление. Получившуюся жидкость можно налить в руку и попробовать скатать шарик, пока мы будем катать шарик, в руках будет твердый шар из жидкости, причем, чем быстрее и сильнее мы будем на него воздействовать, тем плотнее и тверже будет наш шарик. Как только мы разожмем руки, твердый до этого времени шар тут же растечется по руке. То есть после прекращения воздействия на него, жидкость снова примет свойства жидкой фазы. Эксперимент №2 «Изучение влияния магнитных полей на неньютоновскую жидкость». Для этого опыта я создала ферромагнитную жидкость (ферро флюид) — это жидкость, которая сильно поляризуется под воздействием магнитного поля. Данный вид жидкости под действием магнита совершает определенные движения. Чтобы ее изготовить дома, возьмём любое масло, а также тонер для лазерного принтера в виде порошка. Теперь смешаем их до консистенции сметаны. Для того чтобы эффект был максимальным, погреем получившуюся смесь на водяной бане в течение приблизительно получаса, не забывая при этом ее помешивать. Если приблизить обычный магнит к этой

жидкости, она производит определенные движения, например, становится похожей на ежика, изгибается. В результате исследования получено представление о некоторых свойствах неньютоновских жидкостей. Они отличаются от ньютоновских жидкостей видом зависимости вязкости от скорости деформации: если у ньютоновских жидкостей она прямо пропорциональная, то у неньютоновских – более сложная, степенная.

СЕВЕРНОЕ СИЯНИЕ КАК ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

Эфендиева Ф.Г., Гаджиева Л.С.*

Бакинский Государственный Университет

Физический факультет, I курс

suleyman06062012@gmail.com

Ключевые слова: электрические и магнитные поля, световые кванты.

Северное сияние — это люминесцирующее свечение верхних слоёв атмосфер планеты. Северное сияние (Aurora Borealis) выглядит как прозрачные светящиеся облака, переливающиеся сине-зелеными огнями с розовыми и красными вкраплениями, возникающее в результате его взаимодействия с заряженными частицами солнечного ветра. Эти цветные ленты могут достигать до 160 километров в ширину, а в длину до 1600 километров. Северное сияние наблюдается на Земле, на высоте от 80 до 1 000 км. Впервые, это природное явление с научной точки зрения изучал Михаил Ломоносов в 1751г. После многочисленных наблюдений и опытов он, а в дальнейшем Ж. Кэнтон в Англии и Б. Франклин в Америке, пришли к выводу, что это сияние имеет электрическую природу. Но возник вопрос откуда берётся ток в атмосфере? Оказалось, что причиной возникновения северного сияния являются процессы, происходящие на Солнце. Солнце представляет собой раскаленный газовый шар, состоящий из атомов водорода и гелия. В ядре этих атомов находятся частицы протоны, которые имеют положительный заряд (+). Вокруг протонов вращаются электроны, которые несут отрицательный заряд (-). Облако сверх горячего газа, который окутывает Солнце (его корона) постоянно выбрасывает в пространство частицы атомов, которые летят в космосе со скоростью 960 км в секунду. Эти потоки называют солнечным ветром. Когда солнечный ветер достигает Земли, его частицы соприкасаются с магнитным полем. Силовые линии магнитного поля Земли сходятся у Северного и Южного полюсов Земли. Прилетевшие к нам от солнца заряженные частицы, засасываются магнитным полем. Эти притянутые частицы движутся вдоль силовых линий магнитного поля, в виде длинных «лучей». И вот, заряженные частицы как бы затаскиваются в атмосферу вблизи полюсов. Атмосфера Земли состоит преимущественно из азота и кислорода. Когда выброшенные Солнцем электроны и протоны достигают нашей атмосферы, они сталкиваются с молекулами этих газов. При столкновении некоторые атомы теряют часть своих электронов, другие — «возбуждаются», получая дополнительную энергию. Когда атом «успокаивается», он испускает световой фотон. При столкновении атомы азота обычно теряют электроны, при этом излучается синий и фиолетовый свет. Если же молекула азота обошлась без потери электрона, то она возбуждается, а после испускает кванты зеленого и красного света. Был проведен эксперимент, по получению искусственного сияния, получивший название “Аракс” в 1985 году совместно

с СССР и Францией. Явление зарегистрировали радарные установки. Эксперименты дают уникальную возможность изучать структуру магнитного поля Земли, процессы в ее ионосфере. А ученые из финского Университета смогли записать шум, сопровождающий это явление. Предполагается, что звук происходит благодаря тому же процессу, который вызывает и северное сияние. Это низкочастотные электромагнитные волны, порождённые северным сиянием. Они излучаются в диапазоне 8-13 герц, что сродни бета и альфа ритмам головного мозга и сопровождается биологически активным инфразвуком. Кстати, Земля не единственная планета, где есть такие явления, на Юпитере небеса в районе Северного полюса, также озаряются яркими сияющими красками.

Литература

1. Данлоп С. /Азбука звездного неба/Физика, изд., Мир, 1990г, с.242.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ТЕЛЕСКОПА

Рагимли К.М., Гаджиева Л.С.*

*Бакинский Государственный Университет
Физический факультет, II курс
rehimlikubra9@gmail.com*

Ключевые слова: линзы, окуляр, объектив, телескоп.

На протяжении всего существования человечества его интересовало, пугало, очаровывало и привлекало небо, звезды и планеты. Чтобы раскрыть их тайны, сперва простые люди, а потом и учёные пытались, сконструировать подзорные трубы, бинокли, а в дальнейшем и телескопы. Особенно астрономы и ученые прошлых веков старались над созданием телескопов. Телескоп — это дверь в неизвестный космос, неизведанную Вселенную. На современном этапе конструирования телескопов различают следующие виды для всех диапазонов электромагнитного спектра: радиотелескопы, оптические телескопы, рентгеновские телескопы, гамма-телескопы, кроме того изобретены детекторы нейтрино, их называют нейтринными телескопами. Кстати, детекторы гравитационных волн тоже называют телескопами. Для обычных, лабораторных исследований применяют оптический телескоп и телескоп-рефрактометр. Оптический телескоп — это устройство, собирающее и фокусирующее электромагнитное излучение в оптическом диапазоне. В функции оптического телескопа включены способность увеличить блеск и видимый угловой размер объекта, то есть, увеличить количество света, идущего от небесного тела. Далее увеличенное изображение объекта наблюдается глазом или фотографируется. Рефрактор-телескоп, используется для накопления светового излучения и используется в система линз объектива. Работа таких телескопов обусловлена явлением рефракции. Все виды телескопов состоят из объектива и окуляра, в которых создана сложная система выпуклых и вогнутых линз. Объектив создаёт действительное, уменьшенное, обратное изображение бесконечно удалённого предмета в фокальной плоскости. Это изображение рассматривается в окуляр как в лупу. Телескоп в своем развитии прошел очень долгий путь. От Великого Туси до современного космического Хаббла. Великий Азербайджанский ученый Насир ад-Дин Туси в 1259 году в городе Марага близ Тебриза начал строительство обсерватории, которая сохранилась до наших дней и хранится под куполом. Для этой обсерватории он сконструировал оптические приборы и в том числе телескоп. В 1450 году Томас Диггес попытался увеличить звезды с помощью выпуклой линзы и вогнутого зеркала. В 1509-м Леонардо Да Винчи создает чертежи простого линзового телескопа.

Первые зрительные трубы, созданные Галилеем, были изготовлены в 1607 году в Голландии. В 1611 году Иоганн Кеплер предложил свою конструкцию телескопа, который состоял из двух собирающих линз. Схема давала перевернутое изображение, но оно было более ярким, и при этом поле зрения

значительно расширялось. Одним из существенных искажений в его телескопе был хроматизм. Эту проблему решил Исаак Ньютон, добавив в бронзу мышьяк.

С целью избавления от хроматических аберраций он заменил выпуклую линзу на сферическое зеркало. В 1668 году Ньютоном был сконструирован первый телескоп, это был рефлектор, длина которого была всего 15 см и диаметром 33 мм. Он добился 40-кратного увеличения высокого качества.

Среди современных телескопов Subaru является одним из самых больших, который основном используется для глубоких широкоугольных съемок и для поиска предсказанной 9 планеты Солнечной системы. В начале 2020 в Китае начал работать крупнейший радиотелескоп диаметром в 500 метров, его задача заключается в раскрытии тайны о "рождении" и эволюции Вселенной. На очереди самый большой в мире радиотелескоп SKA, он будет искать новые космические объекты, в частности новые экзопланеты, а также ловить сигналы от внеземных цивилизаций.

Литература

1. Жиль Спэрроу «Вселенная. Как наблюдать и изучать звездное небо» / Пер. с англ. – М.: БММ АО, 2002.
2. https://az.wikipedia.org/wiki/N%C9%99sir%C9%99ddin_Tusi

NÜMAYİŞ TƏCRÜBƏSİ

Səlimova S.İ., Orucov A.K.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, III kurs
selimovasumaye@gmail.com*

Nümayiş eksperimenti-fiziki hadisələrin yenidən yaradılması, qanunauyğunluqların eyni zamanda bütün sinif şagirdlərinin qəbulu üçündür. Nümayiş təcrübəsi tədris metodu kimi fizika kursunun sistemli tədrisi ilə eyni zamanda meydana gəlib. Bildiyimiz kimi nümayiş eksperimenti öncədən yığılmış təsəvvürləri formalaşdırır. Fizika kursu boyunca təcrübələr şagirdlərin dünya görüşünü tamamlayır və genişləndirir. Onlar yeni fiziki hadisələr və proseslər haqqında ilkin və düzgün təsəvvürlər yaradır, qanunauyğunluqları üzə çıxarır, tədqiqat metodları ilə tanış edir və fiziki qanunların texniki ifadəsini illüstrasiya edir. Bunların hamısı müəllim təzə mövzu izah etdikdə onu konkretləşdirməyə kömək edir və fənnə qarşı maraq oyadır.

Nümayiş təcrübəsinin aparılma texnikası dedikdə təcrübənin effektiv qoyulmasını təmin edən vasitə və üsullar başa düşülür. Yəni təcrübə elə şəraitdə aparılmalıdır ki, sinfin hər yerindən görünməli və onun məzmunu nəzərə çarpan olmalıdır. Təcrübənin effektivini görmək üçün müəyyən tələblərə əməl olunmalıdır: məzmunluluq, dəqiqlik, əyanilik, inandırıcılıq, tərar olunma, güvənlilik, estetiklik, emosionallıq və təhlükəsizlik qaydalarına riayət etmək.

Ədəbiyyat

1. N.Qocayev "Ümumi Fizika kursu". Bakı:Ləman nəşriyyat,2019,431s.
2. M.Murqzov,S.Abdullayev,R.Abdurazaqov,N.Əliyev,M.Hüseynli, C.Hüseynov,A.Səmədov,A.Süleymanov "Fizika.10-cu sinif.Ümumtəhsil məktəbləri üçün dərslik". Bakı: Bakınəşr,2013,224s.
3. A.K.Orucov "Orta məktəbdə fizikanın öyrədilməsi metodikası". Bakı:Ləman nəşriyyat,2012,124s.

ORTA MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA XÜSUSİ NİSBİLİK NƏZƏRİYYƏSİ (XNN) ELEMENTLƏRİNİN FORMALAŞDIRILMASI

Mehdizadə A.B., Rəhimov R.Ş.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, I kurs (magistrant)
aytacmehdizade123@gmail.com*

Orta məktəb fizika kursunda XNN- təhsilin 2-ci pilləsində formalaşdırılır. Şagirdlərə relyativistik mexanika, onun klassik mexanikadan fərqi və s. izah olunur. Onlar elektrodinamikanın müasir anlaşılması üçün XNN- haqqında bilik əldə edirlər. Bu nəzəriyyə 1905-ci ildə Eynşteyn tərəfindən kəşf edilmişdir.

Elektromaqnit xassələri mexaniki hadisələrdən fərqli olaraq, “relyativistik” xarakter daşıyır. Buna görə də XNN-ni elektrodinamika ilə birləşdirirlər.

Klassik mexanika kiçik sürətlərlə hərəkət ($\theta \ll 0$) edən mikrocisimlərin hərəkətini xarakterizə edir. Böyük sürətlə hərəkət edən yüklənmiş zərrəciklərin hərəkəti mexanika qanunlarına tabe olmur.

Yerin efirə nəzərən hərəkətini aşkara çıxarmaq üçün təcrübələr göstərir ki, bir-birinə nəzərən hərəkət edən 2 sistemdə işıq sürəti eynidir. Bu da sürətlərin toplanması qanununa ziddir. Eyni zamanda aydın göstərilir ki, Maksvell tənlikləri və klassik mexanika arasında ziddiyyət mövcuddur. Buna görə də bu faktları izah etmək üçün elə bir mexanika yaratmaq lazım idi ki, o limit halında kiçik sürətlər mexanikasına keçə bilsin. Beləliklə, A.Eynşteyn XNN-in əsasını qoydu. O belə nəticəyə gəldi ki, efir - bir mühit kimi mövcud deyildir. Bu nəzəriyyə, zaman və məkanın fiziki nəzəriyyəsidir. XNN-ə görə zaman - bircinsdir, məkan isə - bircins-izotrop hesab edilir.

Zamanın bircinsliyi - Fiziki qanunlar, başlanğıc zaman anının seçilməsinə nəzərən invariantdır. Sərbəst düşən cismin sürəti və keçdiyi yol nə zaman düşməyə başladığı andan asılı deyildir. Ona görə də *zamanın bütün anları eynihüquqludur*.

Fəzanın bircinsliyi - koordinat başlanğıcını istənilən nöqtəyə keçirsək, fiziki hadisələr eyni cür baş verir. Yəni, *fəzanın bütün nöqtələri eynihüquqludur*.

Fəzanın izotropluğu - fəzanın ixtiyarı istiqamətində fiziki hadisələr eyni cür baş verir. Yəni, *fəzanın bütün istiqamətləri eyni hüquqludur*.

XNN - relyativistik nəzəriyyədir və 2 əsas postulatı var :

1. Nisbilik Nəzəriyyəsi. İnersial sistem daxilində keçirilən heç bir fiziki təcrübə (mexaniki, elektrik, optik), həmin sistemin düzxətli bərabərsürətli hərəkətdə və ya sükunətdə olduğunu aşkar etməyə imkan vermir. Təbiətin bütün qanunları bir inersial sistemdən, digərinə keçdikdə invariant qalır.

2. Işıq sürətinin invariantlığı prinsipi. Işıq sürəti vakuumda mənbəyin və ya müşahidəçinin hərəkət sürətindən asılı olmayıb, bütün İHS-də eynidir. Bütün fiziki qanunlar, İHS- seçilməsinə nəzərən invariantdır. Yəni, İHS- eyni hüquqludur.

İşığın sürətinin sabitliyi - təbiətin fundamental xassəsi olub, təcrübi fakt kimi qəbul edilir.

Beləliklə, XNN - "mütləq məkan" və "mütləq zaman" anlayışlarını öz mənasını itirdi.

XNN - yeni məkan-zaman təsəvvürləri yaratdı. Buraya uzunlugin və zaman intervalının nisbəti, hadisələrin eyni vaxtlılığı nisbəti daxildir. Bu nəticələr eksperimental olaraq öz təsdiqini tapmışdır və şagirdlər tərəfindən tam mənimsənilməlidir.

Ədəbiyyat

1. N.Qocayev, "Mexanika kursu". Bakı, 2018
2. Z.Qaralov, "Fizika qanunlarının tədrisi". Bakı, 1997

FİZİKANIN ÖYRƏNİLMƏSİNDƏ EVRİSTİK METOD

Bağirova Ə.A., Qarayev E.S.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, III kurs

aminabagirova1701@gmail.com.

Açar sözlər: evristik metod, evristik müsahibə, qüvvə

Evristik metod-müəllimin problemin həllinin axtarılmasının ayrı-ayrı addımlarını yerinə yetirdikdə şagirdlərin iştirakını təşkil etdiyi metoddur. Müəllimin rolu məsələnin qoyulması, onun ayrı-ayrı mərhələlərə bölünməsi, şagirdlərin sərbəst yerinə yetirəcəkləri mərhələləri müəyyən etməsindən ibarətdir. I halda-problemi müəyyən etmək, II-də-sübut göstərmək,III-də-izah olunan və nümayiş olunan faktlardan düzgün nəticə çıxarmaq,IV-də-fərziyyələr irəli sürmək,V-də-söylənilən fərziyyələrin yoxlanılması üçün plan tərtib etmək və s.öyrədilir.

Tədrisin evristik metodunun formalarından biri də evristik müsahibədir. Evristik müsahibə (“evrika” yunanca “tapdım” deməkdir) yeni qaydanı, qanunauyğunluğu sualların köməyi ilə şagirdlərə tapdırmaq metodudur. Bu metodda sualların köməyi ilə müvafiq faktlar tapılır və nəticələr çıxarılır,şagirdlərin idrak fəaliyyəti inkişaf edir.Belə müsahibə fənnə maraq oyatmağa, şagirdləri fəallaşdırmağa, mövzunu şüurlu və əsaslı öyrənməyə kömək edir. Təkrarlanma (reproduktiv) müsahibəsindən fərqli olaraq evristik müsahibədə şagirdlərdən nəinki öz biliklərini təkrarlamaq,həmçinin çox böyük olmayan yaradıcı axtarışlar həyata keçirmək tələb olunur.Evristik müsahibə şagirdləri axtarışa,müstəqil fikirləşməyə,verilən suallara cavab verməyə,bir sözlə yaradıcı fəaliyyətə cəlb edir.

Orta məktəbdə,xüsusilə yuxarı siniflərdə,demək olar ki, istənilən dərs evristik metodun istifadəsi ilə təşkil edilə bilər.

“Qüvvə” mövzusunun tədrisi ilə bağlı belə bir nümunəyə baxaq.Əvvəlcə belə bir sual qoya bilərik: cisimləri hərəkətə gətirən nədir? Belə bir təcrübə aparaq: 2 ədəd eyni arabacıq,içərisi qum doldurulmuş kiçik torba, nazik elastik lövhə, qayçı, sap, plastilindən istifadə edək. Əvvəlcə arabacığın birini masanın üstünə qoyaq,o yerindəcə durur.Onu itələyərək hərəkətə gətirək.Şagirdlər arabacığın hərəkət etdiyini müşahidə edirlər.Onlardan müşahidə etdikləri hadisənin səbəbinə dair fərziyyələr irəli sürmələri xahiş olunur. Beləliklə, onların müstəqil axtarışının I mərhələsi baş tutur. Arabacığın sükunətdə durmasının səbəbi nədir? (Səbəb:ona heç bir qüvvə təsir etmir) Arabacığı hərəkətə gətirmək üçün nə etmək lazımdır?(Ona başqa bir cisimlə təsir etmək lazımdır) kimi suallar müzakirə olunur.Sonra nümayiş davam etdirilir və şagirdlərin qarşısında növbəti problem qoyulur. Qum dolu torbanı hərəkətə gətirdiyimiz arabacığın qarşısında yerləşdirsək nə baş verər? Şagirdlər arabacığın sürətinin azalaraq, arabacığın dayanmasını müşahidə etdiklərini qeyd edirlər.Hadisənin səbəbinə dair yeni fərziyyələr irəli sürürlər. Arabacığın qum dolu torba ilə toqquşduqda nə üçün yalnız arabacığın sürəti dəyişdi?(Bir cisim digərinə təsir etdikdə digər cisim də ona əks təsir göstərir.Torbanın göstərdiyi əks təsir böyükdür) sualı müzakirə olunur.Axtarışın II

mərhələsi baş tutur. Daha sonra arabacıqlardan birinə elastik lövhə bərkidək və onu əyərək sapla bağlayaq. İkinci arabacığı birinci arabacıqla qarşı-qarşıya, lövhəyə toxunmuş vəziyyətdə yerləşdirək. Arabacıqlar arasındakı məsafənin tən ortasında plastilindən nişan qoyaq. Sapı kəsib baş verən hadisəni izləyək. Bu zaman şagirdlər elastik lövhənin bərkidildiyi arabacıqda dik qalxmasını, həmin anda soldakı arabacığın sola, sağdakı arabacığın sağa itələnməsini, yəni arabacıqların bir-birindən uzaqlaşmasını müşahidə etdiklərini söyləyəcəklər. Necə oldu ki, arabacıqlar bir-birindən uzaqlaşdı? (Bu elastik lövhənin təsiri ilə baş verdi) sualı müzakirə olunur. Beləliklə, araşdırmalardan çıxan nəticələr bunlardır: cismin sürəti yalnız ona başqa cisimlər təsir etdikdə dəyişir; təsir həmişə qarşılıqlıdır: bir cisim digərinə təsir etdikdə digər cisim də ona əks təsir göstərir. Müəllim nəticələrə əsasən belə bir sualla qüvvə anlayışını verir: Bu təsirləri hansı fiziki kəmiyyət xarakterizə edir? Qüvvə. Cisimlərin bir-birinə təsirini xarakterizə edən fiziki kəmiyyət qüvvə adlanır.

Beləliklə, evristik metoddan istifadə müəllimə həm yeni təlim materialını izah etməyə, həm də şagirdlərdə yaradıcı axtarış vərdişlərinin formalaşdırılmasına şərait yaradır.

Ədəbiyyat

1. Orucov A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrədilməsi metodikası. Bakı, Ləman nəşr. 2012. s.124.
2. Каменецкий Теория и методика обучения физике в школе. М. 2000. С 380.
3. Perelman. Əyləncəli fizika

ORTA MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA BƏZİ MƏSƏLƏLƏRİN QRAFİKİ YOLLA SADƏ HƏLLİ

Şəkərova L.Z., Cabbarov C.H.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika Fakültəsi, II kurs (magistrant)
Shakarovalaman@gmail.com*

Orta məktəb fizika kursunda qrafiki məsələlər xüsusi yer tutur. Bu onunla bağlıdır ki, hadisələrin qrafiki təsviri daha cəlbedici, daha çox əyani olur ki, buda xüsusən aşağı siniflərdə daha çox effektiv olur[1,2].

Biz, bunları tarixi bir məsələ olan Sirakruz şahinin Arximedə qarşısına qoyduğu məsələnin qrafiki həllinin nümunəsində göstərək.

Bildiyimiz kimi, Arximed qanunun kəşfi haqqında olan rəvayətlərdən biri, Sirakruz şahinin onun qarşısına qoyduğu məsələdir. Rəvayətə görə şah özünə düzəltmədiyi tacın tam qızıldan ibarət olmasına şübhə edir və ustanın ona kələk gəlməsini düşünür. Arximeddən bu məsələni tacı kəsmədən həll etməsini tapşırır. Arximed bu məsələ haqqında düşünərək Arximed qanununu kəşf edir. Məsələnin analitik üsül ilə həlli şagirdlərə orta məktəbdən tanışdır[2]. Burada tacın sıxlığı tapılır və onun qiymətinin, ustanın etdiyi qarışığın miqdarından asılılığı analitik üsül ilə tapılır.

Əlbətdə bu məsələni həll edənlər burada olan çoxlu mühakimələr, riyazi çevrilmələrin olduğunu bilirlər ki, bu da aşağı sinif şagirdlərinin bu məsələni həll etməyi mümkünsüz edir.

Bizim təklif etdiyimiz qrafiki metod, həm bu sahədə yeni fikir kimi aktualdır və sonradan bu üsuldən bir çox məsələlərin istifadə edilə bilər.

Fərz edək ki, bizim örgəndiyimiz qarışıq, sıxlıqları fərqlənən 2 növ maddədir, birinin sıxlığı $\rho_1 = 1$ vahid, o birinin sıxlığını $\rho_2 = \frac{1}{2}$ vahid götürək. Məmulatın həcmi isə 100 vahid olmasını qəbul edək, yəni 1 həcm vahidi, məmulatın həcmi $\frac{1}{100}$ ni, daha doğrusu, 1%-ni göstərəcək. Bunu qrafik təsvir etsək, 100 kiçik kubdan ibarət olacaq.

Burada ρ_1 elementini ağ, ρ_2 -ni isə boz kublarla işarə edək. Beləliklə tac tam birinci məmulatlardan ibarət olarsa, ona uyğun şəkil, 100 ağ kub olacaq. Əgər ona edilən 10% qarışıq olarsa, qrafik 90 ağ və 10 ştrixli kub olacaq. Həcm sabit qalır. Yekun kütlə $90 \times 1 = 90$ vahid

Qarışığın kütləsi $10 \times 0,5 = 5$ vahid

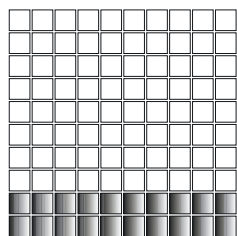
Yekun kütlə 95 vahid, həcm isə 100 vahid. Qarışığın sıxlığı $95:100=0,95$ olacaq.

Əgər qarışıq 20% olarsa: əsas material 80 kub, qarışıq isə 20 kub olacaq. əsas maddənin kütləsi: $80 \times 1 = 80$ vahid, qarışığın kütləsi isə: $20 \times 0,5 = 10$ vahid. Qarışığın yekun kütləsi $80 + 10 = 90$ vahid. Qarışığın sıxlığı $\rho = \frac{90}{100} = 0,9$ vahid olar(şəkil 1). Bu hesablamaları cədvəl şəklində yazaq:

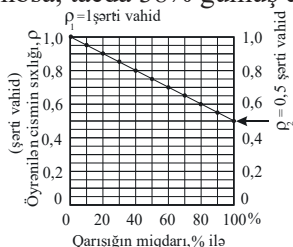
Qarışıqın miqdarı, (%-ilə)	20	40	60	80	100
Qarışıqın sıxlığı (nisbi vahid)	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50

Gördüyümüz kimi, məmulatın sıxlığı, qarışıqın faizindən xətti asılı olaraq, təmiz materialın sıxlığından qarışıqın sıxlığına qədər dəyişir. Bu asılılığı quraq (şəkl.2):

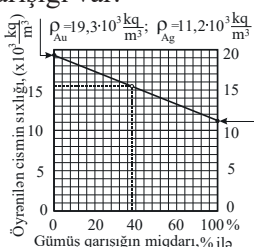
Bu qrafikdən yekun maddənin tərkibində əsas maddədən nə qədər, qarışıqın nə qədər olmasını tapmaq üçün, təcrübi yol ilə onun sıxlığını tapmaq lazımdır və bu sıxlığı qrafikdən taparaq, qarışıqın neçə faiz olduğunu hesablamaq olar. Burada biz əyanilik üçün şərti vahidlərdən istifadə etdik. Sirakruz şahinin qoyduğu tarixi məsələnin həlli üçün qrafiklərdəki sıxlıqların real qiymətlərini yerinə qoymaq lazımdır (Şəkil 3) Bir sözlə məsələnin həlli, sıxlığın təyininə gətirilir. Məsələn, əgər sıxlıq 15,5 vahid alınbsa, tacda 38% gümüş qarışığı var.



C1



Şəkil 2



Şəkil 3

Beləliklə, anaitik həli çətin olan məsələnin qrafik üsul ilə həli çox sadə şəkildə mümkün olur ki, bu da aşağı sinif şagirdlərində böyük maraq doğurur .

Ədəbiyyat:

1. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе. М., 1987. 448 с.
2. Г. А.Рахманкулова, А. Л.Суркаев, М. М.Кумыш, "Пособие по решению задач физика" Волгоград 2014, 137 ст

KİNEMATİKA BÖLMƏSİNDƏ MƏSƏLƏLƏRİN QRAFİK ÜSUL İLƏ SADƏ HƏLL METODİKASI

Şəkərova L.Z., Cabbarov C.H.*

Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
Shakarovalaman@gmail.com

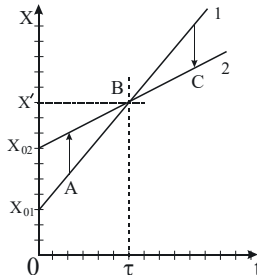
Açar sözlər: fizika, qrafiki məsələ, həll metodikası

Orta məktəb fizika kursunda qrafiki məsələlərin araşdırması və həll metodikasının mənimsənilməsi, şagirdlərə fizikanı daha dərinlən öyrədilməsinə kömək edir. Belə məsələlərin tərtibi və həlli şagirdlərdə aşağıdakı keyfiyyətləri aşılayır. Onlardan əsası, baş verən fiziki hadisələrlə onların riyazi asılığının vizuallaşdırılması. Burada artıq iki məqsədə nail olunur:

-Fiziki hadisələrinin riyazi modelinin qrafiki təsviri yaradılır, fizika ilə riyaziyyatın bağlantısı şagirdlərin beynində daha daha əyaniləşir;

- Şagirdlər fiziki proseslərin gedişinin qrafiklərlə təsvirini tədqiq edərək gedən prosesləri daha dərinlən anlayır .

Bundan başqa, qrafiklərin qurululması, şagirdlərdə uyğun asılılıqların, onların məstəblərinin seçilməsi kimi vərdişləri tərbiyə edir[1,2]. Təsədüfə deyildir ki, hər hansı bir riyazi ifadənin qrafiki , özündə daha çox informasiya daşıyır, riyazi asılılıqları bir növ canlandırır. Qrafiklərin daşdığı informasiyanı riyazi ifadələrlə yazmaq üçün bəzən çoxlu düstur yazmalı olursan və bunları analiz etmək və fikir yürütmək çox çətin olur. Deyilən fikirləri izah etmək üçün belə bir qrafikə baxaq (şəkil 1):



Şəkil 1. Cismın getdiyi yolun zamandan asılılığı

Bu qrafikdən anlaşılır ki :

-burada iki cismın düz xətti bərabər sürətli hərəkəti təsvir olunub, bunlardan 1-ci cismın sürəti 2-ci-dən böyükdür;

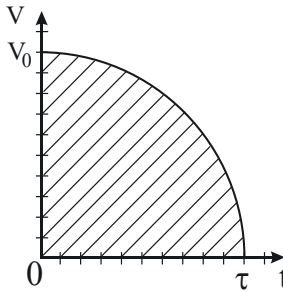
-onların hərəkətə başladığı yerlər X_{01} və X_{02} müxtəlifdir; onların görüşmə nöqtəsinin koordinatı X^1 , zamanı isə τ -dur (B nöqtəsi);

-birinci cism ilə ikinci cism arasındakı məsafə əvvəl müsbət (A nöqtəsi) sonra isə mənfi (C nöqtəsi) olub, yəni ikinci cism əvvəl irəliləyir, sonra isə geridə qalır.

Beləliklə qrafikin necə informativ olması aydın görünür. Çox məsələnin həllində qrafik üsul daha effektiv, sadə və qısa olur [2], onların analitik həlli isə çox uzun və məktəb riyaziyyatından kənarda olur. Məsələn, şəkil 2-də cisimin sürəyinin zamandan asılılığı verilmişdir və bu asılılıq çevrənin bir hissəsi şəklindədir. Cisimin dayanana gədər getdiyi yolu tapmaq lazımdır. Qrafikdən görünür ki, hərəkət dəyişən sürətli, dəyişən təcillidir: sürət V_0 -dan sıfıra gədər azalır; təcil $a=0$ dan ($t=0$) sonsuzluğa gədər ($t=\tau$) artır.

Bu məsələnin analitik həlli üçün gedilən yol aşağıdakı düstur ilə tapa bilərik. $S = \int_0^\tau v(t)dt$; sürətin zamanda asılılığı $v(t)$ isə bu düsturdan tapılır:

$v(t) = \int_0^\tau a(t)dt$, Bunun üçün təcilin zamandan asılılığını tapmalıyıq, sonra $\vartheta(t)$, və sonda $S=S(t)$ tapılır.



Şəkil 2

Bu düsturların analitik ifadələrini tapıb məsələni həll etmək olar. Göründüyü kimi bu yol çox uzun yoldur və bu əməliyyatları orta məktəb səviyyəsində həll etmək çox çətinidir.

Ancaq biz, bu məsələni qrafiki üsuldən istifadə edərək sadə yol ilə həll edə bilərik. Bildiyimiz kimi, gedən yolun qiyməti, sürət qrafikində, sürət xətti ilə məhdudlaşmış fiqurun sahəsinə bərabərdir. Deməli gedən yolun tapılması, şəkildəki çevrənin sahəsinin 1/4 nin tapmasına gətirilir: $S = \frac{1}{4} \pi v_0 \tau$.

Belə həll həm orta məktəb şagirdlərinin bildikləri riyazi əməllər çərçivəsindədir, həm də öz lakonikliyi ilə fərqlənir. Məsələnin bu yol ilə həlli, məsələnin həll edilməsi ilə yanaşı, şagirdlərə məsələlərin alternativ həll yolunun axtarmaq vərdişini də aşılayır.

Ədəbiyyat:

1. А.И.Бугаев, "Методика преподавания физики в средней школе "Москва, Просвещение", 1981, 288с.
2. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе. М., 1987. 448 с.

MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA ƏYLƏNCƏLİ MƏSƏLƏLƏR

İsmaylova Ş.R., Orucov A.K.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, III kurs
ismaylovasafa@gmail.com*

Bir sıra məsələlər özündə klassik fiziki təcrübələr, kəşflər, ixtiralar və həttə tarixi əfsanələr haqqında verilənlərə aid tarixi xarakterli məlumatlar saxlayır. Belə məsələləri tarixi məzmunlu məsələlər adlandırırlar. Onların məzmununu fərqləndirən cəhət odur ki, qeyri - adi parodoksial və yaxud əyləncəli faktlardan və hadisələrdən istifadə edilir. Əyləncəli məsələlərin həlli dərsləri canlandırır, şagirdlərin fizikaya marağını artırır. Heç vaxt yaddan çıxartmaq lazım deyil ki, şagirdlər, xüsusən də aşağı siniflərdə, uşaqdır və ona görə də müəyyən qayda daxilində oyun elementləri və yarışlar dərslərdə faydalı olur. Dərsin maraqlı əyləncəli keçməsi üçün şagirdlərlə bu məsələləri müzakirə edib onlarda fizikaya daha da maraq yaratmaq mümkündür. Belə məsələləri Ya.İ. Perelmanın, M.İ. İlyinin, B.F. Bilimoviçin kitablarında tapmaq olar. Əyləncəli məsələlərə aid nümunələr: Raket niyə uçuşur? Hətta fizikani öyrənən adamlar arasında raketin uçuşu barəsində tamamilə qəribə fikirlər eşidirik : Raket ona görə uçuşur ki, güya onun içərisindəki barıtın yanması nəticəsində əmələ gələn qaz raketin havadan itələyir. Qədimdə də belə fikirləşirdilər lakin əgər raketin havasız fəzaya buraxsaq o havada olduğunda yaxşı uçaçaqdır. Bu səbəbi Kibaliç ölümündən qabaq öz uçuş maşının ixtirası haqqında olan qeydlərində çox aydın və sadə ifadə etmişdir. Bir tərəfi açıq digər tərəfi bağlı tənəke silindirin içərisinə sıxılmış barıtdan hazırlanan silindrin kipi keçirilmişdir. Onun oxu boyunca kanal şəklində boşluq var. Bu kanalın səthi üzrə barıt yanmağa başlayır və yangın müəyyən zaman fasiləsində sıxılmış barıtın xarici səthinə yayılır. Yanma zamanı əmələ gələn qaz hər tərəfə təzyiq edir. Sərt bir qışın çay üzərindəki körpünü dağda biləcəyinizə inanırsınız? Bəli. Temperaturun azalması ilə metal konstruksiyaların xətti ölçüləri azalır. 1927-ci ilin dekabrında Fransada fəvqəladə donlar başladı. Parisin mərkəzindəki Seine üzərindəki körpünün "skeleti" o qədər büzüşdü ki, küblərə çevrildi. Keçid bağlandı.

Çay qarışdırıldığı zaman niyə çay yarpaqları stəkanın ortasına yığılır? Sürət nə qədər yüksəkdirsə, hərəkət edən mayedəki təzyiq o qədər az olur. Stəkanın ortası ilə kənarları arasında a təzyiqlər fərqi hesabına yaranan qüvvə çay yarpaqlarını mərkəzə doğru itələyir.

Ədəbiyyat:

1. Orucov A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrədilməsi metodikası Bakı, Ləman nəşr. 2012. s.124.
2. Камеицекий Теория и методика обучения физике в школе. М. 2000, с 380.

ELEKTROMAQNİT DALĞALARI MÖVZULARININ TƏDRİSİNDƏ EKOLOJİ AMİLLƏR

Seyidova Ü.V., Nurullayev Y.Q.*, İsmayılova R.N.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, II kurs (magistrant)
ulya.seyidova2384@gmail.com*

Azərbaycan Respublikası Təhsil İslahatlar Proqramında qeyd olunur ki, “Cəmiyyət öz gələcəyini təmin etmək” məqsədilə yeni nəslin yüksək səviyyədə hazırlığına nail olmalı və təhsili inkişaf etdirən sahəyə çevrilməlidir. Bu məqsədlə təhsilin məzmunu yeni cəmiyyətdə insanı formalaşdırmaq baxımından yeniləşdirilməli, humanist və demokratik prinsiplərə əsaslanan yeni təlim texnologiyalarının yaradılması təxirə salınmaz vəzifə kimi həyata keçirilməlidir. Bu işlərin çərçivəsində şagirdlərin təlim əməyini stimullaşdıran, onları oxumağa, öyrənməyə, ekoloji maraqlarını gücləndirən interaktiv metodların imkanlarından istifadələrinə geniş yer verilməlidir. Ekoloji problem hər bir fənnin, o cümlədən fizika fənninin də qarşısında duran aktual problemlərdən biri olmalıdır. Bu baxımdan Müasir Təhsil Proqramında ekoloji problemin həllində məktəb fizika fənni xüsusi əhəmiyyət kəsb edir [1,2]. Məhz bu baxımdan Yeni Təhsil Proqramında ətraf aləmdə ekoloji tarazlığın qorunmasına ciddi fikir verilir. Orta məktəbdə tədris olunan fizika fənni təbiət haqqında fundamental elm sahələrindən biri olub şagirdlərdə ekoloji biliklərin formalaşmasında mühüm əhəmiyyətə malikdir. Şagirdlərin ekoloji tərbiyəsi digər fənlər kimi fizika fənninin tədrisi qarşısında duran aktual problemlərindən biridir. Fizika elmi insan-təbiət, təbii ehtiyatlardan əlverişli istifadə kimi münasibətlərin optimallaşdırılmasına imkan verir. Əsas məktəbin IX sinfində şagirdlər elektromaqnit dalğaları, onların növləri və tətbiq sahələri ilə tanış olurlar. Elektromaqnit dalğalarının bir növü də işıq dalğalarıdır. Işıq canlı aləmdə çox mühüm rol oynayır. Günəşdən gələn işıq Yerdəki bütün canlıların həyatını təmin edir. İnsan ətraf aləm haqqında məlumatların təqribən 90%-ni işıq vasitəsilə qavrayır. Əsas məktəbin aşağı siniflərində şagirdlər təbiət hadisələri haqqında ilkin anlayışlarla Həyat bilgisi fənnində işıq faktoru anlayışı ilə bağlı məlumatlar əldə edirlər [3]. Işıq hadisələri mürəkkəb və rəngarəngdir. Ekologiyada «ışıq» termini dedikdə günəş şüalanmasının bütün diapazonu və onun yaxın ətrafı nəzərdə tutulur, bura 0,05-dən 3000 nm-ə qədər və daha yüksək dalğa uzunluqda enerji axını nəzərdə tutulur.

Elektromaqnit dalğaları müsbət təsirə malik olduğu kimi müəyyən tezlikli şüaların insan sağlamlığına zərərli ekoloji təsiri də vardır. Belə dalğalara ionlaşdırıcı şüalar, kosmik şüalar, həmçinin təbii və süni radioaktiv mənbələrin buraxdığı şüalar daxildir. Bu şüaların Yer səthində orqanizmə zərərli təsiri əsasən təbii radiasiya fonu ilə bağlıdır.

İşıq canlı orqanizm üçün əsas ekoloji faktor olub, mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Işıq fotosintez prosesləri üçün enerji mənbəyidir. Işıq Yer qeyri-üzvi bitki

örtüyündən üzvi birləşmələrin yaranmasında əsas rol oynayır və özünün fiziki xassələrinə görə bütün canlı və bitki aləminin müxtəlif həyat proseslərində çox şaxəli rol oynayır. Işıq kimyəvi və bioloji proseslərin gedişinə təsir göstərir, xəstəlikləri müalicə edir və s. Ona görə Fizika fənninin tədrisində ekologiya diqqət mərkəzində durmalı, elektromaqnit dalğalarının tədrisində elektromaqnit dalğaları və ekoloji faktorların əlaqələndirilməsi vacibdir.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasında ümumi təhsilin Konsepsiyası (Milli Kurikulum) Bakı, 2006
2. Qəhrəmanov N. F., Barxalov B.Ş., Nurullayev Y. Q., Radiasiya və həyat fəaliyyəti, Sumqayıt, 2011.
3. Paşayev A.M., Abbasov Ş.M., İbrahimov Z.A. Radioaktivlik və kosmik şüalar.-Bakı, 2006.
4. Кузин А.М. Природный радиоактивный фон и его значение для биосферы Земли.- М.Наука,1991.
5. Куклев Ю.И. Физическая экология.- М., Высшая школа, 2008

ŞAĞIRDLƏRDƏ ÜMUMİLƏŞMİŞ DƏRKETMƏ QABİLİYYƏTLƏRİNİN VƏ PRAKTİKİ MƏSƏLƏLƏRİN ÜMUMİ HƏLL EDİLMƏSİ BACARIQLARININ FORMALAŞDIRILMASI

Kərimzadə G.V., Orucov A.K. *

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, III kurs
kerimzadegulnaz@gmail.com*

Açar sözlər: bilik, qavrama, tətbiq, təhlil, sintez, qiymətləndirmə, praktik metodlara - məşğələlər, laboratoriya və praktiki işlər.

Fizikanın tədrisi prosesində şagirdlərin dərkətmə maraqlarının inkişaf etdirilməsi müasir dövrdə həll olunması tələb olunan əsas vəzifələrdən biridir. Şagirdlərin Fizika dərslərində dərkətmə fəallıqlarının inkişafı təlimin müxtəlif forma və metodlarından istifadə etməklə həyata keçirilir. Görmək təkcə tamaşa eləmək deyil, gördüyünü həm də dərk eləmək lazımdır. Müəllimin müqəddəs vəzifəsi şagirdlərə dərkətmə bacarığını aşılamaqdır. Şagirdlərin, hətta müəllimlərin də bu sahədə özünü göstərməsi üçün qeyri-ənənəvi tədris formalarından, tərbiyəvi üsullardan da istifadə etmək lazımdır. Məsələn, müəllim dərsi adi qaydada deyil, şagird təxəyyülünə uyğun qeyri-standart formada elə təşkil etməlidir ki, bu prosesdə şagirdin qabiliyyəti asanlıqla üzə çıxsın. Belə tədris prosesində ənənəvi və müasir təlim üsullarından geniş istifadə olunmalıdır. Bir sözlə, müəllimin hər bir dərsi adi dərş yox, yaradıcı dərş olmalıdır. Məlumdur ki, dərkətmə bacarığının erkən formalaşması məktəbəqədər müəssisələrdə, xüsusilə ibtidai siniflərdə başlayır. Hələ tam formalaşmamış uşaq fantaziyalarında işıq da çoxdur, qaranlıq da çoxdur – kim hansını istəyir, onu seçir. Müəllim nəzəri biliyindən, pedaqoji təcrübəsindən ustalıqla yararlanıb uşağın qaranlığı yox, məhz işığı seçməsinə kömək etməlidir. Bu seçim kor-koranə olmamalıdır. Müəllim uşağın bu seçimi etməsinə onun başa düşmədiyi mürəkkəb elmi-metodik üsullarla yox, sadə, eyni zamanda qeyri-adi tədris yolu ilə yardım etməlidir. Şagird ilk təhsil illərindən tədricən başa düşməlidir ki, düşünmədən oxumaq və oxumadan düşünmək faydasızdır! Ancaq həqiqi biliyin sayəsində hər bir işdə-seçdiyin hər bir peşədə məğrur və kamil olmaq mümkündür. Başqa yol yoxdur.

Dərkətmənin Səviyyələri: Bilik, Qavrama, Tətbiq, Təhlil, Sintez, Qiymətləndirmə.

Fiziki anlayışların, mövzuların daha dərinlən mənimsənilməsində, bu anlayışların məna və əhəmiyyətinin aydın və dəqiq başa düşülməsində fizika məsələlərinin xüsusi əhəmiyyəti vardır. Müxtəlif tərif, qayda və qanunların fiziki mənası şagirdlərə o zaman tamamilə aydın olur ki, həmin tərif, qayda və qanunlar xüsusi və konkret misallara tətbiq edilsin. Bu isə məsələ həlli zamanı mümkün olur. Bu halda fiziki ifadələr şagirdlərin gözünün qabağında canlanır, şagirdlər üçün bu vaxta qədər qaranlıq qalan və ya tamamilə mexaniki sürətdə mənimsənilən bir çox anlayışlar aydınlaşdırılır. Görkəmli ingilis pedaqoqu Noulton yazır: “Heç bir tərif,

prinsip və ya düsturu məsələyə tətbiq etməyincə mənimsənilmiş hesab etmək olmaz”.

Praktiki metodlar. Bu metodlar şagirdlərdə əməli bacarıqlar və vərdişlər formalaşdırır.

Məsələ həllinin praktik əhəmiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir.

1. Məsələ həlli öyrənilən biliyin tətbiq olunmasını nümayiş etdirən vasitədir.
2. Məsələ həlli təbiətdə baş verən müəyyən qanunauyğunluqların başa düşülməsi və onun araşdırılması üçün bir vasitədir.
3. Məsələ həlli öyrənilən bilikləri praktikaya tətbiq etmək üçün bir vasitədir.
4. Məsələ həlli şagirdlərə fiziki kəmiyyətlərin ölçü vahidlərini yaxşı mənimsəməyə və onları yadda saxlamağa kömək edir. Onlara kəmiyyətlərin ölçü vahidləri arasında əlaqə yaratmağa kömək edir.

Ədəbiyyat

1. Y. Nurullayev Fizikanın tədrisi metodikası, Bakı, 2018, 200s
2. Ş. Alizadə, İ. İsmailov Fizikanın tədrisi metodikası. Bakı, 2018, 350s
3. A.B. Бугаев, Методика преподавание физики в средней школе. Москва. 1982.

NYUTONUN I QANUNU İLƏ ŞAĞİRDlərİN HƏYAT TƏCRÜBƏSİ ARASINDAKI ZİDDİYYƏTLİK

Paşalı Z.Ə., Qarayev E.S.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, IV k.*

Ümumtəhsil orta məktəb fizika kursunda Nyutonun I qanunu aşağıdakı kimi verilir. Elə ətalət hesablaması sistemləri vardır ki, bu sistemlərə nəzərən hərəkət edən cismə digər cisimlər təsir etməzsə, və ya onların təsiri bir-birini tarazlaşdırarsa, onda cism sükunət və bərabərsürətli hərəkət halını saxlayar. Ətalət sistemi nədir? Ətalət sistemi-Cisimlərin bərabərsürətli düzxətli hərəkət etdiyi və ya sükunətdə qaldığı hesablaması sistemidir. Cism sürətinin saxlanılmasına cism ətaləti, qanuna isə ətalət qanunu deyilir. Məktəb fizika kursunda ətalət hesablaması sistemində aşağıdakı kimi tərif verilir. Sükunətdə və ya bir-birinə nəzərən düzxətli bərabərsürətli hərəkətdə olan hesablaması sistemlərinə ətalət hesablaması sistemləri deyilir. Buradan görünür ki, cism sükunət və ətalət halı nisbidir. Yerdəki təcrübələrlə Nyutonun I qanununu yoxlamaq çətindir. Bunun səbəbi odur ki, baxılan cismə olan digər təsirlərin hamısının təsirini kompensasiya etmək mümkün deyil. Bu baxımdan və bu mənada qanun ideallaşdırılmış hesab edilir. Müəllimin əsas vəzifəsi ondan ibarətdir ki, o bu qanunun doğruluğunu isbat edən dəqiq təcrübələrin olmadığını aydınlaşdırmaqdan və izah etməkdən ibarətdir ki, bu da xeyli mürəkkəb məsələdir. Məsələn üçün, təbiətdə tam izolə olunmuş cism yoxdur. Tam izolə olunmuş dedikdə hərəkət edən cismə heç bir kənar təsirin olmadığı nəzərdə tutulur. Bu metodiki çətinliyi həll etmək üçün xəyali təcrübələrə baxılır (sürtünmə, müqavimət və s. qüvvələri olmayan hallar). Belə təcrübələr reallığa bir az yaxın olur. Nyutonun I qanununun dərk olunması üçün ənənəvi Qalileyin novla aparılan təcrübələrini göstərmək olar. Bu təcrübələrdə nov üzərində kiçik tircik və ya kürəcik sürüşür. Birinci halda novun aşağısında olan qum təpəsinə dəyir. İkinci halda novun aşağısında üfüqi torpaq yolla hərəkət edir. Üçüncü halda novun aşağısında hamar səthlə şüşə və ya buz üzrə hərəkət edir. Bu halların hər birində əyani şəkildə cism sükunət sürətinin dəyişib dəyişməməsini görmək mümkündür. Bu təcrübələrə əsasən nəticə çıxarmaq olar ki, hərəkət edən cismə təsir nə qədər az olsa o hərəkətini daha çox davam etdirir. Kürəciyi metaldan düzəldib ona kənardan maqnit yaxınlaşdırmaqla da hərəkətin istiqamətini dəyişmək olar. İstənilən təsir sürətləri dəyişir. Son zamanlar quru buz parçaları ilə aparılan təcrübələr cisimlərin bərabərsürətlə hərəkət etməsinə imkan yaradır. İndiki halda Nyutonun I qanununu kosmosda çəkisizlik şəraitində yoxlamaq mümkündür. Bu məqsədlə şagirdlərə kosmosdakı təcrübələri və ümumi təcrübələri göstərmək əhəmiyyətlidir. Müəllimin qarşısında duran digər didaktik məsələ şagirdin həyata baxışları ilə bu qanun arasındakı ziddiyyətin elmi əsaslarla aradan götürülməsindən ibarətdir. Bu məsələni həll etmək üçün fizikanın tarixi suallarına xüsusilə mexikanın ilkin anlayış təəvvürlərinin formalaşması məsələlərinə baxmaq lazımdır. Mexikanın əsası

b.e.ə IV əsrdə Aristotel tərəfindən qoyulmuşdur. Xüsusi halda Aristotel təsdiq edirdi ki, “yalnız hərəkət edə bilən cisimlər hərəkət edir” və ya “qüvvəsiz hərəkət yoxdur”. Başqa sözlə Aristotelin təbrincə hərəkət o zaman mümkündür ki, cismə qüvvə tətbiq olunsun. Doğrudan da hərəkət haqqında elmi təsəvvürlərdən uzaq insan üçün yuxarıda deyilən təfəkkür obrazı qəbul ediləndir. Mexanikanı öyrənməyə başlayan şagirdlərdə elə düşünür. Həyatı təcrübə ilə Aristotelin nəticələri ilk baxışdan uyğunluq təşkil edir. 2000 il Aristotelin bu ideyaları insanlarda qüvvə anlayışına verilən tərifə təhrif edərək mənimsənilmişdir. Mexaniki hərəkətdə bu cür baxışın səhv olduğunu Q.Qaliley göstərmişdir. Aparılan bütün təcrübələri ümumiləşdirərək Q.Qaliley Aristotelin iddialarını rədd etmiş və göstərmişdir ki, cismə təsir nə qədər az olarsa, o öz hərəkət sürətini daha çox saxlayar. Nyuton isə özünə qədər olan bütün eksperiment faktları ümumiləşdirərək cismlərin ətalətə malik olmasını, ətalət hesablama sistemlərində mövcud olmasını göstərmişdir. Bəzən səhv olaraq Nyutonun I qanununa II qanunun xüsusi halı kimi, baxılır. Orta məktəb fizika kursunda Nyutonun I qanununun mahiyyətini açmaq o qədər də asan məsələ deyil. Bu mürəkkəbliyin insanın həyatı baxışlarını dəyişməklə əlaqədardır. Əgər müəllim qoyulan məsələyə ehtiyatla və elmi şəkildə yanaşarsa, bu məsələni asanlıqla həll etmək olar. Bunun üçün aşağıdakı kimi sualları vermək olmaz. “Nə üçün cism hərəkət edir?”, “Hərəkətin səbəbi nədir?”. Bu cür suallar şagirdləri Aristotelə tərəf meyilləndirir. Nyutonun I qanunu şagirdlərin həyatı təcrübələri ilə ziddiyyətlik təşkil etdiyinə görə onu problemlə şəkildə öyrəndikdə təlim prosesini daha da fəallaşdırmaq olar. Birinci qanunun öyrənilməsi bir sıra keyfiyyət və kəmiyyət xarakterli məsələlər, eləcə də müxtəlif laboratoriya işləri yerinə yetirmək lazımdır. Məsələn “Sükunət vəziyyətindən hərəkətə başlayan qatarın stolunun üzərində alma kimi, cismlər necə hərəkət edir?”, “Üfüqi yolda düzxətli bərbərsürətli hərəkət edən avtomobilə təsir edən qüvvələrdən hansılar bir-birini kompensasiya edir?”, “Vaqonda əyləşmiş sənişin hansı sistemlərə və ya cisimlərə nəzərən hərəkət edir, hansına nəzərən sükunətdədir?” və.s.

ŞAĞIRDLARIN ÜMUMİ FİZİKA TƏHSİLİNDƏ MEXANİKANIN ƏHƏMİYYƏTİ

Əzizova R.R., Dadaşova V.V.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, III kurs

royazizova00@gmail.com

Açar sözlər: Mexaniki hərəkət, dünyanın fiziki mənzərəsi, yaradıcılıq qabiliyyəti

Ümumtəhsil orta məktəblərdə mexanikanı öyrəndikdə, təhsilvericilik, tərbiyəedicilik və şagirdlərin inkişafı kimi müəyyən didaktik məsələlər həll olunur. Təhsilverici məsələlər ilk növbədə ona görə müəyyən olunur ki, mexanikada əsas anlayışlar daxil olunur. Bu kəmiyyətlər elmi fizikanı dərk etmək üçün “alətlər” hesab edilir. Bu mənada mexanika fizikanın özülü hesab edilir. Mexanikada şagirdlər klassik nəzəriyyə ilə - klassik Nyuton mexanikası ilə, ümumiləşmiş qanunlarla – ümumdünya cazibə qanunu ilə, saxlanma qanunları ilə, mexaniki sistemin tarazlıq şərtləri və s. ilə tanış olurlar. Tərbiyəvi məsələlər təbiətə dialektik, materialist baxışlar və onun dərk olunması, politexnik bilik və bacarıqların formalaşması, müasir istehsalatda inkişafın və sürətlənmənin əsas istiqamətlərinin fizika dərslində açılması, beynəlmiləçilik və patriotizm, əmək təliminin formalaşması yolları ilə həll edilir. Əmək tərbiyəsinin əsası politexnik təlimdir. Bu prosesdə şagirdlər sadə mexanizmləri, müxtəlif növ hərəkətləri, hərəkət qanunlarını və s. öyrənirlər. Laboratoriya işləri apardıqda onlar ölçmə alətləri ilə davranarkən bəzi praktik bacarıqları mənimsəyirlər. Alimlərin və ixtiraçıların işlərini nümunə gətirməklə, əməyin elmi kəşflərdə oynadığı rolu göstərməklə şagirdlərdə əməksevərlik tərbiyə olunur.

Mexanikanı öyrəndikdə onun ümumi mədəni əhəmiyyətini yalnız mexanikada deyil, bizi əhatə edən həyatdakı mexaniki hadisələrdə də göstərmək olar. Müəllim bunları qeyd etməli və müxtəlif nümunələr göstərməlidir.

Mexanika qanunları, onların praktik əlavələri, mexaniki hadisələrin məişətdə və texnikada təhlili, həmçinin onların yaradıcı eksperimental tapşırıqların yerinə yetirilməsi ilə tanışlıq şagirdlərin elmi-texniki təfəkkürünün inkişafına kömək edir. Fiziki kəmiyyətlərə (Nyutonun klassik mexanikasına) müraciət şagirdlərdə dünyanın fiziki mənzərəsi haqqında təsəvvürlərin formalaşmasına kömək edir. Mexanika bölməsinin 1-ci xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, fizika kursunun öyrənilməsi mexanikadan başlayır. Bu onunla izah edilir ki, mexaniki proseslər hərəkət forması olaraq müşahidə üçün daha görünlüdür. 2-ci xüsusiyyət budur ki, mexanikada fiziki nəzəriyyə tam təqdim olunmuşdur. Buna görə də müəllimə mexanikanın nümunəsində fiziki nəzəriyyənin strukturunu göstərməyə imkan verir. İstənilən fiziki nəzəriyyədə, şərti olaraq, əsasları, nüvəni və nəticələri ayırmaq olar.

Bölmənin 3-cü xüsusiyyəti – mexanikanın tədrisində eksperimentdən istifadə etməkdir. Eksperiment dərkətmənin və istənilən nəzəriyyənin doğruluğu kriteriyasının mənbəyidir və ona görə də mexanikanın öyrənilməsinin əsasında durmalıdır. Mexanikada klassik təcrübələr böyük əhəmiyyət kəsb edir, onlar elmin

inkişafında xüsusi bəndlər kimi çıxış edir və xüsusi qrup təcrübələrinə aiddirlər. Bu, düşən cismin hərəkətinin öyrənilməsi təcrübələri, rəqqasla olan təcrübələr, Qaliley və Nyutonun ətalət və qravitasiya kütlələrini eksperimental isbat edən təcrübələr, Kavendişin Jollinin, Rixartsın cazibənin aşkar olunması və qravitasiya sabitinin ölçülməsi təcrübələri və s. dir. Onları məktəbdə həmişə təkrar etmək mümkün deyil. Belə olan halda onları müxtəlif əyani vasitələr vasitəsilə illüstrasiya etmək lazımdır. Məsələn, tədris video-filmləri, modellər, cədvəllər, komputerlər və s.

Mexanikada didaktik öyrədici əhəmiyyəti olan illüstrativ xarakterli və digər qrup təcrübələr vardır. Mexanikaya dair bu cür təcrübələr üçün sənayedə nümayiş və laboratoriya işləri üçün xüsusi cihazlar buraxılır.

Ədəbiyyatı

1. Orucov A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrədilməsi metodikası Bakı ,Ləman nəşr. 2012. S.124.
2. Каменецкий Теория и методика обучения физике в школе.М. 2000 .с 380.

FİZİKANIN TƏDRİS EDİLMƏSİNDƏ TƏDQIQATÇILIQ METODU

Hacıyeva R.B., Sərməsov S.N.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi III kurs (bakalavr)*

Pedaqoji prosesdə Fizikanın tədrisi metodikasının tədqiqat metodları pedaqoji hadisələri öyrənməyə kömək edir. Tədqiqat metodları elmi informasiyalar vasitəsilə müəyyən qanunauyğunluqların, elmi nəzəriyyələrin qarşılıqlı əlaqəsinin məcmusudur. Fizikada hadisələrin tədqiqat metodu bu ardıcılıqla baş verir.

1. Müşahidə
2. Problem-sual
3. Fərziyyə
4. Eksperiment
5. Fiziki nəzəriyyə

Müşahidə metodunun mahiyyəti fizika müəllimi tərəfindən şagirdlərlə aparılan məktəb və məktəbdən kənar məşğələlərin gedişini müşahidə etmək və bu müşahidələrdən nəticə çıxarmaqdan ibarətdir. Müşahidə metodunda tədqiqatçı müşahidə olunan hadisə və prosesləri olduğu kimi qeyd edir. Müşahidə apardıqdan sonra hadisələr izah olunur və bu zaman müəyyən nəticələr əldə olunur. Ancaq hadisələrdə ziddiyyətlər aşkar olunan zaman onları izah etmək üçün qarşıya yeni suallar qoymaq lazım gəlir. Belə suallar problem suallar adlanır. Sonra həmin suallara cavab axtarılır və onlara cavab axtarışı prosesində fərziyyə (hipotez) irəli sürülür. Təsadüfi və pərakəndə olan müşahidələri sistemləşdirib, onları başa düşüb müəyyən bir fərziyyə söyləmək və onu yoxlama yollarını ehtimal etmək lazımdır. Yəni bu zaman fiziki hadisə haqqında fərziyyə irəli sürülür və fərziyyələrin doğruluğunu yoxlamaq üçün eksperimentlər (təcrübələr) aparılır. Eksperiment təbiət hadisələrinin əvvəlcədən düşünülmüş plan əsasında, xüsusi cihazlarla süni şəraitdə yaradılmasına deyilir. Eksperiment sözünü elmə Qaliley gətirmişdir. Eksperiment zamanı fiziki hadisənin mahiyyətini dərk etmək məqsədilə hadisənin gedişinə müdaxilə edilir.

Belə bir nümunəyə baxaq: Məsələn, əlimizdən qələm düşür. O həmişə Yer səthinə düşür. Müşahidələrdən belə bir fiziki qanun formalaşdırmaq olar: qələm Yer tərəfindən cəzb olunduğuna görə həmişə Yer səthinə düşür. İndi belə bir fərziyyə irəli sürmək olar: əgər , qələm Yer in cazibəsi nəticəsində həmişə Yer səthinə düşürsə, digər fiziki cisimlər də Yerə düşməlidir. Bu fərziyyəni yoxlamaq üçün eksperiment qoyulur. Bu eksperimenti indi xətkəşlə edək və bu zaman da eyni nəticəni alırıq. İrəli sürülən fərziyyə təsdiq olundu: Yəni xətkəş də, əlimizdən düşən qələm kimi Yer in cazibəsi nəticəsində aşağı Yer səthinə düşür. Beləliklə, bütün cisimlərin Yer tərəfindən cəzb olunması qanununu müşahidə edirik. Eksperimentdə

təsdiq olunmuş fərziyyə fiziki qanuna çevrilir. Alimlər müşahidələr, fərziyyələr, eksperimentlər, fiziki qanunlar və bu qanunların ümumiləşdirilməsi nəticəsində fiziki nəzəriyyələr yaratmışlar.

Ədəbiyyat:

1. Əliyev Ə. B. Tədqiqat metodları. Bakı, 2019
2. <https://az.wikipedia.org/wiki/Fizika>

İSTİLİK HADİSƏLƏRİNİN STATİSTİK VƏ TERMODİNAMİK METODLARLA ÖYRƏNİLMƏSİ

Quluzadə İ.F., Orucov A.K.*

*Bakı Dövlət Universiteti
Fizika fakültəsi, III kurs
quluzadeinare@gmail.com*

Açar sözlər: termodinamika, enerji, termodinamikanın birinci qanunu.

Statistik metodla hadisələrin öyrənilməsin mahiyyəti dialektik materializmin təsadüf və zərurət kateqoriyasına uyğundur. Cismin və ya sistemin hər bir molekulunun hərəkəti klassik mexanika qanunlarına tabedir, lakin hər an molekulun özünü necə aparması, nəzərə alınması mümkün olmayan bir çox səbəblərdən təsadüfi xarakter daşıyır. Məsələn, hər bir molekulun sürəti, enerjisi, impulsu onun digər molekullarla toqquşmasından asılıdır və istənilən vaxt bu kəmiyyətlərin qiymətlərini əvvəlcədən demək mümkün deyil. Digər tərəfdən, bütün hissəciklər toplumunun özlərini necə aparması statistik adlanan müəyyən qanuna uyğunluqlarla təbedilə və bu qanuna uyğunluqlar çoxlu sayda hissəciklərin özlərini necə aparmasını öyrənərkən ortaya çıxan qanunlardır. Məsələn, müəyyən zaman anında hər bir molekulun sürəti təsadüfi kəmiyyət olsada, əksər molekulların (coxunun) sürətlərinin qiyməti veılmış şəraitdə müəyyən qaydalarla tapılmış ən çox ehtimal olunan qiymətə -ehtimallı sürətə yaxın qiymətlərə malikdirlər. Statistik fizikanın riyazi əsasını ehtimal nəzəriyyəsi təşkil edir. Ehtimal nəzəriyyəsinin vacib anlayışları bunlardır: təsadüfi hadisə, ehtimal, statistik paylanma, təsadüfi kəmiyyətin orta qiyməti və s.. **Ehtimal – bu və ya digər şəraitdə hadisənin baş vermə mümkünlüyünün ədədi xarakteristikasıdır.** Molekulyar-kinetik nəzəriyyəni öyrənərkən şagirdlər təsadüfi kəmiyyətin orta qiymətindən geniş istifadə edirlər. Təsadüfi kəmiyyətin orta qiymətinin - statistik paylanmanın xarakteristikası olduğunu qeyd etmək vacibdir. Çoxlu sayda hissəciklər üçün təsadüfi kəmiyyətin məhz orta qiyməti sabit qalır. Belə kəmiyyətlərə, məsələn, molekulların hərəkət sürəti də aiddir. Şagirdlərdə statistik metodun elmə molekulların hərəkətini təsvir etməyə imkan verən süni bir üsul (fənd) kimi daxil edildiyi və dinamik qanunların statistik qanunlarla müqayisədə əsas olması barədə təəssürat yarada bilər. Bu səhvin qarşısı alınmalı və statistik qanunların obyektiv mövcudluğu izah edilməlidir. Hal-hazırda məlumdur ki, bütün mikroyektlərin özlərini necə aparması statistik qanunlara tabedir. Kvant fizikasında klassik statistikadan fərqli olaraq statistik qanunlar yalnız hərəkətin kütləvi və təsadüfi olması səbəbindən deyil, həm də kvant obyektlərinin öz təbiəti ilə əlaqədardır (eyni vaxtda hissəciyin koordinatını və sürətini təyin dəqiq etməyin mümkün olmaması). Statistik metodun müasir fizikanın əsasını təşkil etdiyini qeyd etmək məqsədə uyğundur və əhəmiyyətlidir. Ehtimal olunan, statistik qanunlar xüsusilə elementar hissəciklər aləmində üstünlük təşkil edir. Termodinamik metodla hadisə və proseslərin təsvir edilməsi birbaşa müşahidələrdən və təcrübələrdən alınan məlumatlara və termodinamikanın əsas prinsiplərinə (termodinamikanın

qanunlarına) əsaslanır.

Termodinamika – hadisələrin və makroskopik cisimlərin (sistemlərin) xassələrini onların daxili quruluşunu nəzərə almadan, enerji çevrilməsi ilə əlaqədar olaraq öyrənən **fenomenoloji nəzəriyyədir**. Termodinamikanın bir elm kimi başlanğıcı S. Karnonun "Atəşin hərəkətverici qüvvəsi və bu qüvvəni inkişaf etdirə bilən maşınlar haqqında" (1827) əsərində qoyulmuşdur ki, burada istilik proseslərinə, xüsusən də iş görmə zamanı daxili enerjinin dəyişməsinə və istilik maşınlarının nəzəri suallarına baxılmışdır. İzolə edilmiş sistem – mücərrəd anlayışdır, bütün real sistemlər yalnız bu və ya digər dərəcədə dəqiqliklə (təxmini) təcrid olunmuş sayıla bilər. Şagirdlər mexanika kursundan hal anlayışı ilə artıq tanışdırlar. Onlar bilirlər ki, sistemin mexaniki halı sistemin xassələrini xarakterizə edən və hal parametrləri adlandırılan kəmiyyətlərlə müəyyən edilir. Mexanikada onlara koordinat, impuls və s. aid edilir. Eləcə də termodinamik sistemin halı bir sıra parametrlərlə (termodinamik) müəyyən edilir. Halın termodinamik parametrləri temperatur, həcm, təzyiq və s. ibarətdir. Sistemin halını xarakterizə edən parametrlərin sayı sistemin xassələrindən və onun yerləşdiyi şəraitdən asılıdır. Məsələn, temperatur və təzyiq yalnız sistemin özünün halından asılıdır və xarici şəraitlə əlaqəli deyil. Həcm isə xarici şəraitdən asılıdır. Bəzi hal parametrləri, məsələn, həcm additivlik xassəsinə malikdir, təzyiq və temperatur isə bu xassəyə malik deyil. Sistemin halı dəyişdikdə onun parametrləri də dəyişir. Bununla yanaşı bir sıra termodinamik sistemlər üçün parametrlər arasında funksional asılılıq qurmaq mümkündür. Bu asılılığı ifadə edən tənliyə hal tənliyi deyilir (ideal qaz sistemi üçün bu $pV=NkT$ tənliyidir). Sistemin tarazlıq və qeyri-tarazlıq halı ola bilər. Sistemin bütün termodinamik parametrləri zamana görə dəyişməzsə və fəzada xarici təsirlər olmazsa sistemin belə halı tarazlıq halı adlanır. Termodinamika əsasən sistemin tarazlıq hallarını öyrənir. Sistem qeyri-tarazlıq halındadırsa (yəni parametrləri zamanla dəyişirsə), o tədricən tarazlıq halına gələcək və sistemin bütün hissələrində uyğun parametrləri bərabərləşəcəkdir. **Qapalı termodinamik sistem zaman keçdikcə həmişə öz tarazlıq halına gəlir və öz-özünə bu haldan çıxıb birməz.** Bu ifadə termodinamikanın ən vacib eksperimental qanunlarından biri olan termodinamik tarazlıq qanununun mahiyyətidir. Məhz termodinamik tarazlıq qanunu sistemin temperaturun ölçülməsini mümkün edir. İdeal qazın hal tənliyinin və xüsusi qaz qanunlarının yalnız tarazlıq prosesləri üçün doğru olduğunu vurğulamaq məsləhətdir. Onlar qeyri-tarazlıq proseslərinə tətbiq edilmir, çünki bu vəziyyətdə sistemin müxtəlif hissələri üçün hal parametrləri fərqlidir. Sistem bir tarazlıq halından digərinə xarici təsirlərin olduqda keçə bilər. Termodinamikada belə keçid termodinamik proses adlanır. Proses zamanı sistem tarazlıqda qalarsa, onda prosesi də tarazlıqlı proses adlandırırlar. Tarazlıq prosesi o zaman olur ki, relaksasiya müddəti (sistemin qeyri-tarazlıq halından tarazlıq halına keçməsi müddəti) prosesin həyata keçirilmə müddətindən çox az olsun. Belə keçid zamanı, sistem hər bir anda bu və ya digər dəqiqlik dərəcəsi ilə tarazlıqda, ya da statik vəziyyətdə olduğu hesab edilir. Əslində statik haldan kənara çıxmalar var (əks halda prosesi həyata keçirmək olmaz), ona görə də sistemin halı kvasistatik hal və proses də kvasistatik proses adlanır. Nəzərə almaq lazımdır ki,

qrafiklərdə yalnız tarazlıq (kvazistatik) hallar və ya tarazlıq (kvazistatik) proseslər təsvir edilə bilər. "Molekulyar fizika" bölməsini öyrənərkən müəllim statistik və termodinamik metodların vəhdətini daim vurğulamalıdır. Bu baxımdan istilik hadisələrinin statistik və termodinamik təsvirinə yanaşmalar haqqında şagirdlərin biliklərini ümumiləşdirmək və sistemləşdirmək faydalıdır. Biliklərin ümumiləşdirilməsi bütün bölmənin öyrənilməsinin sonunda aparılması əhəmiyyətli olar.

Ədəbiyyat

1. S.Rüstəmov, A.S.Rüstəmov, Z.E.Rüstəmov. Fizika (abituriyentlər üçün dərs vəsaiti) Bakı: "ŞərqQərb" 2015, 496 s
2. Fizika dərslikləri 6-11

DİELEKTRİKLƏR ELEKTRİK SAHƏSİNDƏ

Səmədzadə N.C., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti

Fizika fakültəsi, II kurs

abbasova1962@mail.ru

Dielektriklərə elektrik sahəsi ilə təsir etdikdə, onlarda baş verən əsas fiziki proses dielektriklərin polyarlaşmasıdır. Dielektriklərin polyarlaşması ilə əlaqədə proseslər barədə dielektrik nüfuzluğunun qiymətinə görə fikir söyləmək olar. İstənilən dielektrikin onun üçün xarakterik olan müəyyən şəraitdə işçi gərginliyinin məhdud qiyməti vardır. Bu gərginlikdən yüksək gərginliklərdə dielektrikindeşilmə hadisəsi baş verir, bu zaman izolyasiya xassələri təməmilə itir.

Elektrik sahəsinin təsiri altında dielektrikin əlaqəli elektrik yükləri sahə istiqamətində kiçik məsafələrə yerdəyişmə edir. Müsbət yüklər sahə istiqamətində, mənfə yüklər isə sahəyə əks istiqamətdə yerdəyişmə edirlər. Elektrik sahəsi götürüldükdən sonra yüklər öz əvvəliki halına qayıdırlar. Dielektrikin əlaqəli elektrik yükləri dipollar olarsa, onda dielektrikə elektrik sahəsi ilə təsir etdikdə dipollar sahə istiqamətində oriyentasiya olunurlar. Sahə olmadıqda dipollar istilik hərəkəti nəticəsində nizamsız yerləşirlər. Polyarizasiya nəticəsində dielektrikin səthində müxtəlif işarəli yüklər yaranır. Dielektrikin müsbət elektroda tərəf olan səthində mənfə yüklər, mənfə elektroda tərəf olan səthində isə müsbət yüklər yerləşir. Üzərinə elektrodlar çəkilməş istənilən dielektrikə elektrik sahəsinə qoşulduqda müəyyən tutuma malik kondesator kimi baxmaq olar. Dielektrikin aqreqat halından və quruluşundan asılı olaraq iki əsas növü var: polyarizasiyanın birinci növü elektrik sahəsinin təsiri altında dielektrikdə ani olaraq, elastiki enerji səpələnməsi, daha doğrusu, istilik ayrılmadan baş verən polyarizasiya aiddir. Bu növ polyarizasiya elastiki polyarizasiya adlanır. Polyarizasiyanın ikinci növü isə ani olaraq baş vermir, yavaş-yavaş yaranır, dielektrikdə enerji səpələnmələri, yəni onun qızması ilə müşaiət olunur. Bu növ polyarizasiya relaksasiya polyarizasiyası adlanır. Elastiki polyarizasiya ani bir müddətdə t (saniyə), tətbiq olunmuş gərginliyin yarımperioddan çox kiçik bir müddətdə baş verir. Ona görə də belə polyarizasiya dielektrikdə ancaq reaktiv cərəyan yaradır. Belə polyarizasiyaya elektron və elastiki ion polyarizasiyaları aiddir. Yerdə qalan mexanizmlər relaksasiya polyarizasiyalarına aiddir.

Qeyr-elastiki (relaksasiya) polyarizasiya tətbiq olunmuş gərginliyin yarımperiodu ilə ölçülən bir müddətdə baş verir. Dielektrikdən hazırlanmış kondensatorun tutumunun qiyməti və onda toplanan, elektrik yükü polyarizasiyanın müxtəlif mexanizmlərinin cəmi ilə müəyyən olunur. Onlar müxtəlif dielektriklərdə müşahidə oluna bilər, eyni bir materialda bir neçə mexanizm ola bilər. Hissəciyin polyarlaşması temperaturdan asılı deyil, lakin temperatur yüksəldikcə dielektrikin istidən genişlənməsi və vahid həcmdəki hissəciklərin sayının azalması səbəbindən maddənin elektron polyarizasiyası zəifləyir. Qeyd etdiyimiz kimi elektron

polyarizasiyası bütün dielektrlərdə müşahidə olunur və enerji itkiləri ilə müşayiət olunur.

Ədəbiyyat

1. M. Abbasov, S. Məşədibəyova, R. İbadov. Təbiət elmləri lüğəti, Bakı 2006.

MÜNDƏRİCAT

PLENAR İCLAS

Məmmədov H.S., Kim.J, Güləhmədov O.G.

Neylon və strukturlaşdırılmış silisium əsasında triboelektrik generatorlar..... 5

Suleymanli A.M., Rahimzade S.G., Pashayev F.H.

Atomic orbitals of oxygen atom 8

Məmmədov Ə.S., Orucov A.K.

Zəif elektrik siqnallarının xarakterinin və dəyişmə qanunlarının öyrənilməsi..... 10

BÖLMƏ I. NƏZƏRİ FİZİKA VƏ ASTROFİZİKA

Xəlilova G.N., Nağıyev Ş.M.

Kütləsi zamandan asılı sərbəst kvant zərrəciyinin propaqatoru 12

Xəlilova G.N., Nağıyev Ş.M.

Koordinat və impuls təsvirlərində evolyusiya operatorunun Qurulması 13

Rəfiyeva M.Q., Abdullayev S.Q.

$H \Rightarrow \tau^- + \tau^+ + \gamma$ parçalanmasında γ - kvantın dairəvi Polyarlaşması 15

Sadıxlı R.F., Alışeva K.İ.

Planetar dumanlıqların mərkəzi ulduzlarının temperaturunun onların təkamüllərinə təsiri. 17

Yusifova A.A., Bəşirov M.M.

Zərrəciyin xarici maqnit sahəsində hərəkətinin tədqiqi 19

İsmayilova G.E., Rahimzade S.G., Pashayev F.H.

Atom orbitals of nitrogen atom..... 21

Hacıyeva R.P., Səmədov Z.A.

İnfraqırmızı sel üsulu ilə α CMa (Al IV) ulduzunun effektiv temperatur və bucaq diametrinin təyini 23

Rəhimli S.R., Hüseynov N.Ə.

Seyfert qalaktikası NGC 3516-nın 2017-2021-ci illərdə fotometrik müşahidəsi..... 24

Mehdiyeva N.N., Əhmədov A.İ.

Kleyn-Fok-Qordon tənliyinin ring-şapəed potensialı üçün analitik həlli 26

Misirova S.V., Abdullayev S.Q.

$H \rightarrow f\bar{f}\gamma$ parçalanmasında γ -kvantın xətti polyarlaşması..... 29

Əsgərova B.E., Əlili A.H.

Planetar dumanlıqların dinamik yaşları və mərkəzi ulduzların radiusları..... 31

Qardaşov A.M., Məmmədov Ş.Ə.

Sərt divar modelində nüvə mühiti..... 33

Məsimova D.U., Qocayev M.Ş.

e^-e^+ -toqquşmasında hiqqs bozonun vektor bozon tərəfindən şüalanması..... 35

BÖLMƏ II. İSTİLİK FİZİKASI VƏ MOLEKULYAR FİZİKA

Rəsulova F.N., Abbasova G.C.

Pentapeptid fraqmentin fəza quruluşunun öyrənilməsi..... 37

Abdullayeva S.F., Həsənov A.Q.

Metal tərkibli nanohissəciklərin maqnit xassələrinin nəzəri tədqiqi 39

Quliyeva R.R., Abbasova G.C.

His-Ala-İle fraqmentin konformasiya imkanlarının tədqiqi 41

Hüseynli A.Ç., Həsənova X.T.

Polimer-duz-su ikifazlı sistemlərinin tətbiq imkanları 43

Adıgözəlova J.T., Abbasova G.C.

Val-Val-Asn-Asp-Leu molekulunun optimal konformasiyaları 45

Məmmədova Z.İ., Paşayev B.G.

Su-buxar fazalarının tarazlıq xətti boyunca suyun özlü axınının
aktivləşmə parametrləri 47

Nəhmədov İ.Ə., Ağayeva L.N.

Laktoferroksin A molekulunun N-tərəf tetrapeptid
fraqmentinin nəzəri konformasiya analizi 49

Ağazadə S.F., Məsimov E.Ə.

PEQ-limon turşusunun Na duzu-su ikifazlı sistemində
fazəmələgəlmə prosesinə peq-in molekul çəkisinin təsiri..... 51

Qarayeva Ş.M., Orucov A.K.

Polimer geller 53

Əhmədova A.R., Abbasova G.C. Tyr-Ala-Gly molekulunun

konformasiya imkanlarının tədqiqi..... 55

Cəfərova N.S., Paşayev B.G.

Duru polimer məhlullarının özlülüyü 57

Səfərli A.R., Abbasova G.C.

Molekulların fəza quruluşunun öyrənilməsi 59

Məmmədova F.M., Vəliyeva L.İ.

Met-callatostatın molekulunun fəza quruluşunun tədqiqi..... 61

Həsənov K.M., Nuriyeva S.Q.

1D quruluşlu Ag gümüş nanonaqillərin sintezi..... 63

Əsgərova E.Q., Həsənov A.Ə., Həsənova X.T.

Dekstranın sulu məhlullarının struktur temperaturuna KOH-ın təsiri 65

Mahmudova L.Ə., Paşayev B.G.

Su-PEQ-LiOH sistemlərinin xarakteristik özlülüyünün
və haggins sabitinin təyini 67

Əliyeva Q.Y., Paşayev B.G.

Suyun özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin temperaturdan və təzyiqdən asılılığı 68

Mirsultanova R.M., Hüseynov Ə.H.

Gümüş-gümüş sulfid hibrid nanonaqillərinin alınması
və bəzi fiziki xassələri 70

Əzimova L.Ü., Abbasova G.C.

Peptid molekullarının struktur təşkili 72

Qədəşova F.M., Abbasova G.C.

Nəzəri konformasiya analizi üsulu 74

Balakişiyeva M.D., Paşayev B.G.

Su-saxaroza sisteminin struktur xüsusiyyətləri..... 76

BÖLMƏ III. BƏRK CİSİMLƏR FİZİKASI

Rasulova A.R., Əfəndiyeva İ.M.

İşıqda və qaranlıqda $Pd_2Si/n-Si$ Şottki diodu
AC-keçiriciliyinin (σ_{ac}) gərginlikdən asılılığı 77

Рагимли К.М., Гаджиева Л.С.

Изучение физических свойств нанокристаллов..... 79

Davudova N.F., Nurullayev Y.Q.

$TlIn_{0,97}Dy_{0,03}Se_2$ bərk məhlul kristalında yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmi 81

Davudova N.F., Nurullayev Y.Q.

$TlInSe_2$ kristalının termoelektrik xassələrinə DY element atomlarının təsiri 83

Qurbanova N.E., Həsənova L.H.

Ga_2S_3 monokristalının elektrik keçiriciliyi 85

Hüseynova İ.F., Abasova A.Z.

GaTe monokristallarının elektrik keçiriciliyinin tədqiqi..... 87

Rüstəmzadə N.Ə., Nurullayev Y.Q., İsmailova R.N.

$TlIn_{0,95}Dy_{0,05}Se_2$ bərk məhlul kristalında injeksiya
cərəyanının xüsusiyyətləri 89

Rüstəməzadə N.Ə., Nurullayev Y.Q., İsmailova R.N.

TlIn_{1-x}Dy_xSe₂ (x: 0,01, 0,03, 0,05) bərk məhlul kristallarının alınması və hal diaqramı ... 91

Məmmədova Z.V., Cahangirova S.Ə.

Nazik təbəqəli heteroqəçidlərin Si / Cd_{1-x}Zn_x fotoelektrik xassələri..... 93

İbrəhimova A.E., Cahangirova S.Ə.

Cd_{1-x}Zn_xS nazik təbəqələrində VAX-ın xüsusiyyətləri..... 95

Hüseynli S.İ., Məmmədov V.U.

Arqon mühitində müxtəlif rejimlərdə termik işlənmənin

p-GaAs/n-Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Te_y heteroqəçidlərinin düzləndirmə əmsalına təsiri..... 97

Ramazanova X.Q., Davudov B.B.

Eroziya tipli impuls plazma sürətləndirici vasitəsilə plazma selinin alınması..... 99

İsamalıyeva T.E., Məmmədov R.K.

Şottki diodlarında potensial çəpərin yaranması və cərəyan

axınına əlavə elektrik sahəsinin təsiri 101

Бахрамли Т.М., Салманов В.М.

Нелинейное поглощение в кристаллах InSe при лазерном Возбуждении..... 103

Məhərrəmov A.N., Cəfərov M.A.

Si/Cd_{1-x}Zn_xS heteroqəçidinin fotoelektrik xassələrinə termik emalın təsiri 105

Hüseynova Ş.T., Cahangirli Z.A.

Plazmon rezonansında əks olunma əmsalının minimumlarının

enerjisinin bucaqdan asılılığı 107

Kazımova N.N., Ağayev M.N.

Paylanmış dəyişən tutumlu uzun boruda ionlaşma dalğası..... 108

Abbasova Ç.Y., Səfərov V.H.

Dislokasiyanın müəyyənləşdirilməsinin səth metodu..... 110

Yaqubova A.M., Qəhrəmanov N.F.

Binar bərk məhlullarda K>1 olduqda ilkin əridilmiş zonanın

xəlitənin sonunda yaradılması 112

Ağayev Ş.M., Kim.J, Güləhmədov O.G.

Triboelektrik generatorlar və onların tətbiq sahələri..... 114

Bağırov T.T., Səddinova A.A.

(AgSbSe₂)_{0,8}(PbTe)_{0,2}-nin istilikkeçirməsi..... 116

Abbaszadə J.M., Kasumova R.J.

Layered structures in nonlinear optics 118

Магеррамова Б.Е., Ибрагимов Г.Б.

Прямое межзонное поглощение света в квантовых

точек при наличии внешнего электрического поля..... 120

Hüseynova S.F., Orucov A.K.

Born-Qaber tsiklinə əsasən nacl kristalının ilişmə enerjisinin hesablanması və dissosasiya enerjisinin təyini	122
---	-----

Ganbarova S.V., Mammadov H.M.

Perovskite solar cell	124
-----------------------------	-----

Fərmanzadə S.Y., Orucov A.K.

Molibdenin –barium təbəqəli sistemin emissiya parametrlərinin təyini	126
--	-----

Nəcəfova Ş.Ş. Orucov A.K.

Qrafit monotəbəqəsi ilə örtülmüş renium lentin emissiya xassələri	128
---	-----

Zeynalı A., Kasumova R.J.

Optik superqəfəsdə kvazisinxron generasiya	130
--	-----

Alimova T.A., E.R.Həsənov.

Aşqarlı yarımkeçiricilərdə yaranan cərəyan rəqslərinin qeyri-xətli yaxınlaşmada tezliyinin hesablanması	132
---	-----

BÖLMƏ IV. FİZİKANIN TƏDRİSİ METODİKASI

Şərifova F.E., Qarayev E.S.

Müasir təlim sisteminə uyğun olaraq şagirdlərdə fizikadan praktiki bacarıq və vərdişlərin formalaşdırılması	134
---	-----

Музаффарова И.Э. Гаджиева Л.С.

Свойства неньютоновской жидкости.....	136
---------------------------------------	-----

Эфендиева Ф.Г., Гаджиева Л.С.

Северное сияние как физическое явление.....	138
---	-----

Рагимли К.М., Гаджиева Л.С.

История создания телескопа.....	140
---------------------------------	-----

Səlimova S.İ., Orucov A.K.

Nümayiş təcrübəsi	142
-------------------------	-----

Mehdizadə A.B., Rəhimov R.Ş..

Orta məktəb fizika kursunda xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi (XNN) elementlərinin formalaşdırılması	143
--	-----

Bağirova Ə.A., Qarayev E.S.

Fizikanın öyrənilməsində evristik metod.....	145
--	-----

Şəkərova L.Z., Cabbarov C.H.

Orta məktəb fizika kursunda bəzi məsələlərin qrafiki yolla sadə həlli	147
---	-----

Şəkərova L.Z., Cabbarov C.H.

Kinematika bölməsində məsələlərin qrafik üsul ilə sadə həll Metodikası	149
--	-----

İsmayılova Ş.R., Orucov A.K.

Məktəb fizika kursunda əyləncəli məsələlər 151

Seyidova Ü.V., Nurullayev Y.Q., İsmayılova R.N.

Elektromaqnit dalğaları mövzularının tədrisində ekoloji amillər 152

Kərimzadə G.V., Orucov A.K.

Şagirdlərdə ümumiləşmiş dərkətmə qabiliyyətlərinin və praktiki məsələlərin ümumi həll edilməsi bacarıqlarının formalaşdırılması 154

Paşalı Z.Ə., Orucov A.K.

Nyutonun I qanunu ilə şagirdlərin həyat təcrübəsi arasındakı ziddiyyətlik 156

Əzizova R.R., Dadaşova V.V.

Şagirdlərin ümumi fizika təhsilində mexanikanın əhəmiyyəti..... 158

Hacıyeva R.B., Sərməsov S.N.

Fizikanın tədris edilməsində tədqiqatçılıq metod 160

Quluzadə İ.F., Orucov A.K.

İstilik hadisələrinin statistik və termodinamik metodlarla öyrənilməsi 162

Səmədzadə N.C., Abbasova G.C.

Dielektriklər elektrik sahəsində 165

Çapa imzalanıb: 26.11.2021

Format 70x100 16/1. Ofset kağızı.

Həcmi 10,75 ç.v.. Sayı 100

“Bakı Universiteti Nəşriyyatı”nda çapa hazırlanmışdır.
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