

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ



Ümummilli Lider Heydər Əliyevin
anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş

“GƏLƏCƏYİN ALİMLƏRİ”

mövzusunda

**TƏLƏBƏLƏRİN IX RESPUBLİKA
ELMİ KONFRANSININ
MATERİALLARI**

Bakı, 19 aprel 2024-cü il

Bakı- 2024

Ümummilli Lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 101-ci ildönümünə həsr olunmuş “Gələcəyin alimləri” mövzusunda tələbələrin IX Respublika elmi konfransının materialları. Bakı, 19 aprel 2024-cü il. Bakı: Bakı Dövlət Universiteti, 2024 - 136 səh.

ISBN: 978-9952-546-93-4

© Bakı Dövlət Universiteti, 2024

KONFRANSIN TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ

SƏDR:

Arzu Məmməd zadə Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi, Fizika fakültəsinin Tələbə Elmi Cəmiyyətinin sədri

SƏDR MÜAVİNİ:

Könül Əhmədova Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi

ÜZVLƏR:

Şövkət Nəcəf zadə Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi

Nüşabə Bağirova Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi

Qurban Məmmədli Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi

Fərqanə Muradzadə Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi

Fatimə Əhmədova Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi

Aytən Maylova Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi

Gültac Əlizadə Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə II kurs tələbəsi

KONFRANSIN PROQRAM KOMİTƏSİ

SƏDR:

Bəxtiyar Paşayev Fizika fakültəsinin dekani

ÜZVLƏR:

Şəhla Hacıyeva Fizika fakültəsinin elmi işlər üzrə dekan müavini

Vüsal Məmmədov Fizika fakültəsinin tədris işləri üzrə dekan müavini

Məhəmməd Fizika fakültəsinin sosial

Məhərrəmov məsələlər və tələbələrlə iş üzrə dekan müavini

Maarif Cəfərov Yarımkeçiricilər fizikası kafedrasının professoru

Məmməd Rəcəbov Nəzəri fizika kafedrasının müdiri

Rəhim Rəhimov Ümumi fizika və fizikanın tədrisi metodikası kafedrasının müdiri

Mehdi Mahmudov Bərk cisimlər fizikası kafedrasının müdiri

Kəmalə Alışeva Astrofizika kafedrasının müdiri

Qocayev Məcid Nəzəri fizika kafedrasının dosenti

Lalə Qəhrəmanlı Nanomaterialların kimyəvi fizikası kafedrasının baş müəllimi

Fidan Əhmədova Yarımkeçiricilər fizikası kafedrasının müəllimi

Leyla Ağayeva Maddə quruluşu kafedrasının müəllimi, fizika üzrə fəlsəfə doktoru

Aida Əhmədova Ümumi fizika və fizikanın tədrisi metodikası kafedrasının müəllimi

Sara Rəhimzadə Nanomaterialların kimyəvi fizikası kafedrasının müəllimi, məsul katib

Möhsün Əlizadə Nəzəri fizika kafedrasının müəllimi

PLENAR İCLAS

TENG VASİTƏSİLƏ DƏNİZ DALĞALARININ ENERJİSİNİN ELEKTRİK ENERJİSİNƏ GENERASİYASI VƏ SENSOR TEXNOLOGİYASINA TƏTBİQİ

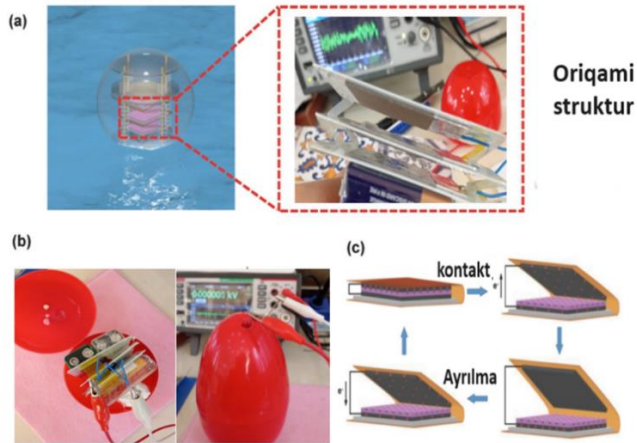
¹Əhmədova K.N., ^{1,2}Güləhmədov O.G.*

¹Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi

*²Bakı Dövlət Universiteti, Tədqiqat, İnkişaf və İnnovasiyalar üzrə Mükəmməllik Mərkəzinin Nanoaraşdırmalar Elmi-Tədqiqat laboratoriyası
ahmedovak2004@gmail.com*

Dalğa əsaslı triboelektrik nanogeneratorlar (D-TENG) davamlı enerji generasiyası və ekoloji təmiz mühitin yaradılmasında çox aktualdır. Müasir dövrdə bu sahə üzrə çox sayda tədqiqat, təkmilləşdirmə və praktiki işlər həyata keçirilir və onlar bir sıra aspektləri əhatə edir. D-TENG-lər bərpa olunan enerji mənbələri olan su hərəkəti, dəniz və ya okean dalğaları və insan hərəkəti kimi mexaniki enerji mənbələrindən elektrik enerjisini istehsal etməklə, davamlı elektrik enerji mənbəyi təqdim edir. Bu, bərpa olunmayan enerji mənbələrindən asılılığı azaltmaq və ekoloji təmiz mühitin formalaşdırılmasında olduqca vacibdir. D-TENG-lər dalğa enerjisinin toplanması, dəniz dalğalarının monitorinqi, təmiz hidrogenin əldə olunması və ekoloji tədqiqatlar üçün perspektivli bir yanaşmadır. Belə ki, bu cür sistemlər ətraf mühitin monitorinqində istifadə olunan sensorlar və cihazları enerji ilə təmin etmək üçün faydalıdır.

Bu tədqiqatda neylon və polisiloksan (PS) materiallarından istifadə etməklə oriqami strukturlu D-TENG-lərin hazırlanması, onların davamlı enerji mənbəyi kimi istifadəsi və ətraf mühitin monitorinqinin aparılması məqsədi ilə müxtəlif tətbiqlər (sensorlar) üçün uyğunluğu araşdırılmışdır. Belə ki, oriqami strukturlu TENG-in yaradılması uğurla icra olunmuş və onun çıxış parametrlərinin xarici qüvvədən və dalğanın tezliyindən asılılığı tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, xarici qüvvənin amplitud qiymətinin $F=0.3$ N-dan 1 N-a qədər artması ilə TENG-in gərginliyi $U=1.3$ V-dan 10 V-a qədər, cərəyan şiddəti isə $I=0.2$ mA-dən 1.54 mA-ə qədər artır. Bu xarici qüvvənin qiymətinin artması hesabına ilə neylon və PS-in daha çox kontakta gəlməsi və nəticədə səthdə daha çox yükün yaranması ilə izah olunur. TENG-in çıxış parametrlərinin tezlikdən asılı olaraq dəyişməsi də demək olar ki, eyni tendensiya ilə davam etmişdir. Belə ki, dalğanın tezliyinin 1 Hz-dən 3 Hz-ə qədər artması zamanı TENG-in gərginliyi uyğun olaraq 6.9 V-dan 11 V-a qədər, cərəyan şiddəti isə 0.6 mA-dən 1.47 mA-ə qədər artır. TENG-in çıxış parametrlərində olan bu artım materialların bir-biri ilə daha intensiv şəkildə təması və nəticədə səthdə daha çox yükün yaranması ilə izah olunur.



Şəkil 1. D-TENG: a) oriqami struktur; b) D-TENG-in dizaynı; c) TENG-in işləmə mexanizmi;

Belə ki, məlum olur ki, hazırlanmış D-TENG-lərin tətbiqi ilə okean, dəniz və müxtəlif su obyektlərində su dalğalarının enerjisi elektrik enerjisinə çevrilə bilər. Nəticə etibarlı ilə biz aldığımız enerjini az enerjili portativ elektronik cihazların və sensorların enerji təchizatının ödənilməsinə sərf edə bilərik.

Ədəbiyyat

1. Rodrigues, Cátia, D. Nunes, D. Clemente, Nuno Mathias, J. M. Correia, P. Rosa-Santos, F. Taveira-Pinto, T. Morais, A. Pereira, and João Ventura. "Emerging triboelectric nanogenerators for ocean wave energy harvesting: state of the art and future perspectives." *Energy & Environmental Science* 13, no. 9 (2020): 2657-2683.

İLE-TRP DİPEPTİDİNİN HOMO VƏ LUMO SPEKTRLƏRİNİN TƏDQIQI

¹Səyyadova T.S.,^{1,2}Rəhimzadə S.Q.*

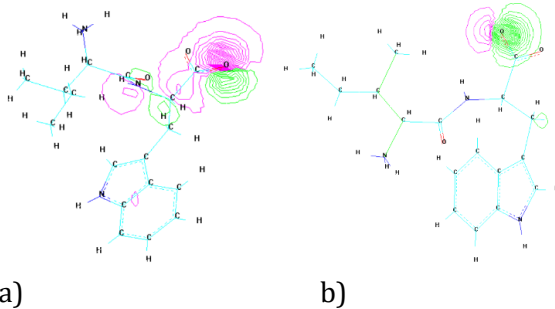
¹Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi

²Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri ETİ
tukzbansayadov@gmail.com

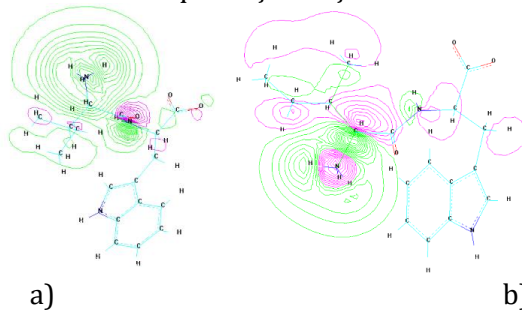
Kvant kimyəvi hesablamalar yeni molekulların dizaynı və onların struktur, molekulyar və reaktivlik xüsusiyyətlərini öyrən-mək üçün əlverişli üsullardır. İle-Trp dipeptidinin konformasiya quruluşları molekulyar mexanika metodu və PM3 kvant-kimyəvi metodu vasitəsilə tədqiq edilmişdir. PM3 metodu ilə bu molekulu-nun HOMO-LUMO enerjiləri, ionlaşma potensialı və elektron həris-liyi kimi müxtəlif elektron xassələrinin qiymətləri, molekulu-nun reaktivliyi və yük daşıyıcılığı barədə anlayışlar əldə etmək olar.

HOMO və LUMO enerjilərindən molekulu-nun kimyəvi reaktivliyi və kinetik sabitliyi haqqında məlumat əldə etmək üçün istifadə olunur (kimyəvi potensial,

kimyəvi sərtlik, yumşaqılıq və elektrofilik indeks kimi parametrlər hesablanır), bu parametrlər kvant-kimyəvi hesablamalarda mühüm əhəmiyyət kəsb edir[1]. HOMO-LUMO enerji boşluğu həm də molekulun keçiricilik qabiliyyətinin əsas xarakteristikasıdır. Enerji boşluğu nə qədər kiçik olsa, molekul bir o qədər keçiricidir və əksinə, enerji boşluğu nə qədər böyükdürsə, bir o qədər izole edici və stabildir [2]. Şəkil 1 və 2-də İle-Trp dipeptidinin əsas zəncirinin optimal bükülü (a) və açıq (b) quruluşları üçün HOMO və LUMO enerji konturları təsvir olunmuşdur. Təqdim olunmuş şəkillərdən görüldüyü kimi, HOMO konturları bükülü quruluşda Trp qalığının amid qrupunun, CA-CB rabitəsinin, peptidin karbonil və karboksil qruplarının üzərində lokallaşmış, LUMO konturları isə molekulun α -amin qrupunun, İle qalığının,amid qrupunun və Trp qalığının CA-CB rabitəsinin üzərində lokallaşmış. Açıq quruluşda HOMO konturları C-uclu karboksil qrupunun, Trp qalığının HB atomu üzərində lokallaşmış, LUMO konturları isə karbonil və karboksil qruplarının oksigen atomlarını, trp qalığının indol halqasını istisna etməklə demək olar ki, bütöv molekulun, əsasən daha böyük sıxılıqla α -amin qrupunun, İle qalığının və Trp qalığının amid qrupunun üzərində yerləşib. Bükülü və açıq quruluşlar üçün HOMO-LUMO enerji boşluqlarının hesablanmış qiymətləri, müvafiq olaraq 5.36 və 5.60 eV-dir. Hər iki quruluş üçün enerji boşluğunun böyük qiyməti molekulun bu vəziyyətlərdə stabil olmasından bir daha xəbər verir.



Şəkil 1. İle-Trp dipeptidinin əsas zəncirinin optimal bükülü (a) və açıq (b) quruluşları üçün HOMO enerji konturları



Şəkil 2. İle-Trp dipeptidinin əsas zəncirinin optimal bükülü (a) və açıq (b) quruluşları üçün LUMO enerji konturları

Ədəbiyyat

1. Rocha, M., Di Santo, A., Arias, J. M., Gil, D. M., & Altabef, A. B. (2015). Ab-initio and DFT calculations on molecular structure, NBO, HOMO–LUMO study and a new vibrational analysis of 4-(Dimethylamino) Benzaldehyde. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 136, 635–643
2. Ramachandran KI, Deepa G, Namboori K (2008) *Computational chemistry and molecular modeling: principles and applications*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg

BÖLMƏ 1

NƏZƏRİ FİZİKA VƏ ASTROFİZİKA

THE SOLUTION OF THE EINSTEIN FIELD EQUATION IN 5-DIMENSIONAL AdS SPACETIME

Hajiyeva H.C., Mammadov Sh.A.*

Baku State University

hajiyeva_91@mail.ru

The purely gravitational part of the action in the 5D AdS spacetime with the perturbation of the metric reads as

$$ds^2 = \frac{1}{z^2} \left((\eta_{\mu\nu} + h_{\mu\nu}) dx^\mu dx^\nu - dz^2 \right), 0 < z < z_0 \quad (1)$$

where $\eta_{\mu\nu} = \text{diag}(1, -1, -1, -1)$, $h_{zz} = 0$ and $h_{z\mu} = 0$ gauge choices have been applied. The metric is defined as

$$g_{mn} = \frac{1}{z^2} (\eta_{\mu\nu} + h_{\mu\nu}) \quad (2)$$

The aim of this paper is to solve

$$R_{mn} - \frac{1}{2} g_{mn} R = 8\pi G T_{mn} \quad (3)$$

the Einstein field equations by basing on metric in Eq (2). Because $g_{\mu z} = 0$, i.e. non-diagonal elements of the metric is equal to 0, Eq (3) is solved due to $(\mu\nu)$, (μz) and (zz) indices. So, $R_{\mu\nu}$, $R_{\mu z}$, R_{zz} components of the Ricci tensor are respectively determined as

$$R_{\mu\nu} = \frac{1}{2} \partial_\mu \partial_\nu \tilde{h} - \frac{1}{2} \partial_z \partial_z h_{\mu\nu} - \frac{1}{2} \partial_\mu \partial_\rho h_\nu^\rho - \frac{1}{2} \partial_\nu \partial_\rho h_\mu^\rho + \frac{1}{2} \partial_\rho \partial^\rho h_{\mu\nu} + \frac{3}{2} \frac{\partial_z h_{\mu\nu}}{z} - \frac{4h_{\mu\nu}}{z^2} - \frac{4\eta_{\mu\nu}}{z^2} + \eta_{\mu\nu} \frac{\partial_z \tilde{h}}{2z} \quad (4)$$

$$R_{\mu z} = \frac{1}{2} \partial_z \partial_\mu \tilde{h} - \frac{1}{2} \partial_z \partial_\rho h_\mu^\rho \quad (5)$$

$$R_{zz} = \frac{1}{2} \partial_z \partial_z \tilde{h} + \frac{4}{z^2} - \frac{\partial_z \tilde{h}}{2z} \quad (6)$$

Ricci curvature is calculated as

$$R = z^2 \left(\partial_\rho \partial^\rho \tilde{h} - \partial_z \partial_z \tilde{h} - \partial_\rho \partial_\sigma h^{\rho\sigma} + 4 \frac{\partial_z h_{\mu\nu}}{z} - \frac{20}{z^2} \right) \quad (7)$$

By considering $T_{mn} = \frac{12}{16\pi G} g_{mn}$ energy-momentum tensor for 5D AdS spacetime and (5), (6) and (7) Eqs in Eq (3) respectively, the following equations are derived

$$-h_{\mu\nu,zz} + \frac{3}{z} h_{\mu\nu,z} + h_{\mu\nu,\rho}{}^\rho - 2h_{(\mu,\nu)\rho}^\rho + \eta_{\mu\nu} \left(\tilde{h}_{,zz} - \frac{3}{z} \tilde{h}_{,z} - \tilde{h}_{,\rho}{}^\rho + h_{\rho\sigma,}{}^{\rho\sigma} \right) + \tilde{h}_{,\mu\nu} = 0$$

$$\begin{aligned} \tilde{h}_{,\mu z} - h_{\mu\nu,z}{}^\nu &= 0 \\ \frac{3}{z} \tilde{h}_{,z} + \tilde{h}_{,\rho}{}^\rho - h_{\rho\sigma}{}^{\rho\sigma} &= 0 \end{aligned}$$

The trace of $h_{\mu\nu}$ is denoted by \tilde{h} . By considering transverse traceless gauge, i.e. $h_{\mu\nu}{}^\nu = 0$ and $h_{\mu}{}^\mu = 0$, the last three equations reduce to the following single equation

$$-z^3 \partial_z \left(\frac{1}{z^3} \partial_z h_{\mu\nu} \right) + \partial_\rho \partial^\rho h_{\mu\nu} = 0$$

References

1. Gravitational Form Factors of Vector Mesons in an AdS/QCD Model. Zainul Abidin and Carl E. Carlson. Department of Physics, College of William and Mary, Williamsburg, VA 23187, USA (Dated: October 31, 2018)
2. TASI Lectures on the Emergence of Bulk Physics in AdS/CFT. Daniel Harlow. Center for Theoretical Physics, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, 02139. Center for the Fundamental Laws of Nature, Harvard University, Cambridge, MA, 02138
3. AdS/CFT Duality User Guide. Makoto Natsuume

BAŞ ARDICILLIQ ULDUZLARIN TƏKAMÜLÜ

Dostəliyeva C.P., Mikayılov X.M.*

Bakı Dövlət Universiteti

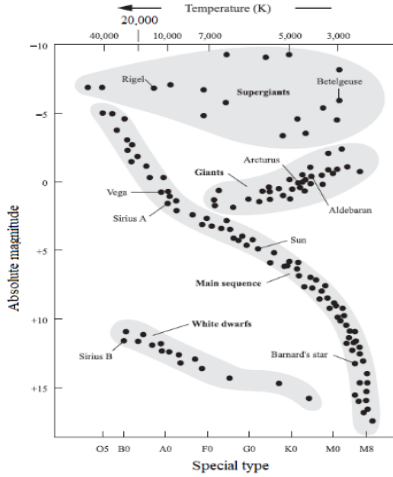
ceyrandosteliyeva@gmail.com

Hertzsprung-Russell diaqramı (H-R diaqramı) ulduzlar üçün temperatur - işıqlıq qrafikidir (Şəkilə bax). Solda isti və sağda soyuq ulduzlar. Beləliklə, isti nəhənglər sol yuxarı, kiçik ağ cırtndanlar sol altda, soyuq və işıqlı qırmızı nəhənglər isə yuxarı sağdadırlar. Ulduzların bu düzülüşü qanunauyğunluqla baş verir. Ulduzların əksəriyyəti yuxarıdan soldan sağa doğru uzanan bir qrupa düşür. Bunlar Baş ardıcılıq ulduzlarıdır. Müşahidə olunan ulduzların çoxu bu qrupa düşdüyü üçün bilirik ki, bu, ulduzun ömrünün ən uzun hissəsidir.

Baş ardıcılığın təkamülü. Protoulduzun nüvəsində hidrogen yanması başladıqdan sonra o, baş ardıcılıq ulduzuna çevrilir. Baş ardıcılıq (hidrogen yanan) fazası ulduzun ömrünün ən böyük hissəsidir və buna görə də səmada müşahidə edilən ulduzların əksəriyyəti baş ardıcılıq ulduzlarıdır. Bu müddət ərzində ulduzlar sakitcə yanır və yavaş-yavaş dəyişir. Ulduzun Baş ardıcılıqda qalma müddəti kütlədən asılıdır. Kütləsi çox olan ulduzlar daha çox cazibə qüvvəsinə malikdirlər və bu səbəbdən ulduzun daxilində təzyiq və temperatur daha yüksəkdir. Bu da hidrogenin yanmasını sürətləndirir. Ona görə də böyük kütləli ulduzlar baş ardıcılığı daha tez tərk edirlər. Ulduzun baş ardıcılıq müddəti, t və kütləsi, M arasındakı əlaqəni riyazi olaraq belə ifadə etmək olar:

$$\frac{t}{t_{Sun}} = \left(\frac{M}{M_{Sun}} \right)^{-2.5}$$

burada t_{Sun} Günəşin baş ardıcılıqda ömrü, M_{Sun} isə Günəşin kütləsidir. Günəşin baş ardıcılıqda qalma ömrü 10 milyard il olduğu təxmin edilir. Kütləsi Günəşdən 10 dəfə böyük olan ulduzun baş ardıcılıq ömrü cəmi 30 milyon ildir. Kütləsi 0.1 Günəş kütləsi olan ulduzun baş ardıcılığının ömrü 3 trilyon ildir. Ulduzlar hidrogenlərini istifadə etməyə başladığıca ölçüləri artır; lakin səthin temperaturu demək olar ki, o qədər də dəyişmir. Radius artdığıca işıqlılıq radiusun kvadratı ilə artır. Məsələn, növbəti 5 milyard il ərzində Günəşin parlaqlığı təxminən 60% artacaq.



Şəkil 1.

Ulduzların kütləsi böyük intervalda dəyişir. Ən kiçik ulduzların kütlələri

təxminən $0.08 M_{\odot}$ -ə bərabərdir. Bundan daha az kütləsi olan cisimlər heç vaxt hidrogeni sintez edə bilmir (istilik nüvə reaksiyası getməz) və onlar heç vaxt ulduz hesab edilmir. Bu kütlədən bir qədər aşağıda olan obyektlər qravitasiya kollapsı nəticəsində enerji şüalandırır və qəhvəyi cırtıdanlar adlanır. Bu obyektlər infraqırmızıda daha parlaqdır. Ən böyük ulduzun kütləsi (məsələn, Eta Carinae) $150M_{\odot}$ -ə bərabərdir. Kütləsi çox ulduzlar daha çox enerji şüalandırır və daha isti olur. Radius ulduzun işıqlılığını müəyyən edir. Kütlə isə enerji istehsalının sürətini müəyyən edir, baş ardıcılıq ulduzlar üçün kütlə və işıqlılıq arasında aşağıdakı əlaqə var:

$$\frac{L}{L_{Sun}} = \left(\frac{M}{M_{Sun}} \right)^{3.5}$$

Ədəbiyyat

1. Stacy E. Palen, Theory and Problems of Astronomy, Department of Astronomy, University of Washington, 2002, p.125-153

$e^-e^+ \rightarrow He^-e^+$ PROSESİNİN SƏPİLMƏ DİAQRAMININ ARAŞDIRILMASI

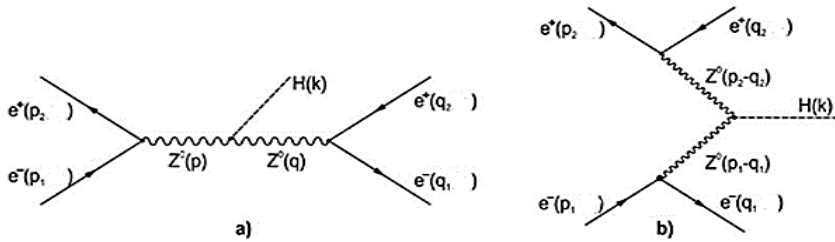
Məmmədova A.H., Abdullayev S.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti

aytenshukur@gmail.com

Elektron-pozitron səpilməsində Hiqqsbosonun yaranması prosesinə iki Feynman diaqramı uyğun gəlir, annihilasiya (a) və səpilmə (b) diaqramları (mötərizələrdə zərrəciklərin 4-ölçülü impulsarı göstərilmişdir). Biz əvvəlki tezisdə $e^-e^+ \rightarrow He^-e^+$ prosesinin annihilasiya diaqramını tədqiq etmişdik [1].

Annihilasiya (a) diaqramında elektron-pozitron cütü Z^0 bozona çevrilir, Z^0 bozon isə öz növbəsində Hiqqsboson buraxır və yenidən elektron-pozitron cütü yaradır. Səpilmə (b) diaqramında həm elektron, həm də pozitron Z^0 bozon buraxaraq səpilir, bu Z^0 bozonlar birləşərək Hiqqsboson yaradır. Burada biz səpilmə diaqramının təhlilini aparırıq.



$e^-e^+ \rightarrow He^-e^+$ prosesinin Feynman diaqramları

Polyarlaşmamış elektron-pozitron səpilməsində Hiqqsbosonunun yaranması prosesinin differensial effektiv kəsiyi belə ifadə olunur (burada F_1 və F_2 zərrəciklərin enerjilərindən və səpilmə bucaqlarından asılı funksiyalardır) :

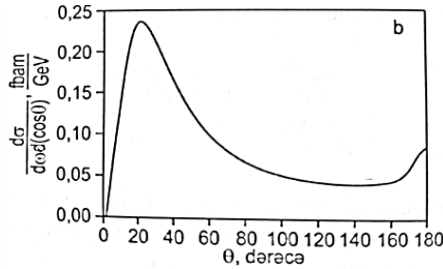
$$\frac{d\sigma_b}{dE_H d(\cos\theta)} = \frac{\alpha^3 M_Z^2}{x_W^3 (1-x_W)^3} \cdot \frac{k_H}{s} \cdot \frac{1}{s_1 s_2 r} \cdot \{[g_L^4 + g_R^4] \cdot [(1+x_1)(1+x_2)F_1 - F_2] + 2g_L^2 g_R^2 \cdot (1-\cos\chi)F_1\} \quad (1)$$

Annihilasiya və səpilmə diaqramlarını birlikdə nəzərə almaqla prosesin differensial effektiv kəsiyi də hesablanmışdır və aşağıdakı şəkildə yazıla bilər:

$$\frac{d\sigma_0(e^-e^+ \rightarrow He^-e^+)}{dE_H d(\cos\theta)} = \frac{\alpha^3 M_Z^2}{4x_W^3 (1-x_W)^3} \times$$

$$\times \frac{k_H}{s} [G_s + G_Z^{(+)} + G_Z^{(-)} + G_I]$$

Zərrəciklərin polyarlaşmadığı halda elektron-pozitron səpilməsində Hiqqsbosonun yaranması prosesinin differensial effektiv kəsiyi annihilasiya a) diaqramının payı G_s , səpilmə b) diaqramının payı $G_Z^{(+)}$, $G_Z^{(-)}$ onların interferensiya həddi isə G_I funksiyası ilə xarakterizə edilir.



Şəkil 1. Hiqqz bozonun bucaqlara görə paylanması

Səpilmə diaqramının payı annihilasiya diaqramının payından bir-iki tərtib böyükdür. Burada θ bucağından asılılıq xarakteri fərqli olur, belə ki, effektiv kəsik θ bucağı artdıqca artır və $\theta \approx 30^\circ$ olduqda maksimum olur. Daha sonra isə θ bucağı artdıqca effektiv kəsik azalır. Spektrin sonunda effektiv kəsik cüzi şəkildə artır (şəkil 1).

Ədəbiyyat

1. Məmmədova A. H., Abdullayev S. Q. Elektron-pozitron səpilməsində Hiqqz bozonun yaranması. Bakı və region gənclərinin I elmi konfransı, Bakı-2023, səh 82-83.

QRAVİTASIYA DALĞALARI

Abbasova A.Ş., Adıgözəlova X.A.*

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Aysebbstv1903@gmail.com

Təxminən bir il əvvəl, iyunun 29-da 2023-cü ilin ən mühüm astronomik kəşfi açıqlandı. Biz kosmik mikrodalğa arxaplan radiasiyası haqqında bilirik. Bu, böyük partlayış zamanı əmələ gələn fotonların böyük partlayışdan 380 min il sonra buraxıldığı ilk anın fotosudur. Böyük Partlayışdan sonra, təxminən 380 min ilə qədər, kainat qeyri-şəffaf idi, yəni radiasiya yox idi. Radiasiya olmadan kainatı ölçmək üçün adi elektromaqnit ölçmə alətlərindən istifadə etmək mənasız olardı. Bəs kainatın yaranmasından 380.000 il sonra nə baş verdiyini necə öyrənə bilirik?

Qravitasiya dalğalarının aşkarlanması sayəsində Böyük Partlayışdan sonrakı 380 min ilə qədər olan dövr haqqında məlumat əldə etmək mümkün ola bildi. Qravitasiya dalğalarının mövcudluğu ilk dəfə 1905-ci ildə Henri Puancare tərəfindən təklif edilmişdir. Qravitasiya dalğalarının ilk birbaşa müşahidəsi isə Livingston və Hanforddakı LIGO qravitasiya dalğası detektoru tərəfindən iki qara dəliyin birləşməsi nəticəsində yaranan siqnalı aşkar edərək edildi. İndi isə 2023-cü ildə onu aşkar etməyin elə bir yolu tapıldı ki... biz az qala kainatın pıçılığını eşitməyə başlamışıq. İndiyə qədər kəşf edilən bütün qravitasiya dalğaları nisbətən kiçik qara dəliklərin birləşməsindən qaynaqlanırdı, lakin bəzən,

xüsusilə qalaktikalar bir-biri ilə toqquşduqda, onların mərkəzlərindəki superkütləli qara dəliklər də bir-biri ilə toqquşa bilir və bunlar daha böyük, inanılmaz dalğalar əmələ gətirir. Bu cür toqquşmalar kainat miqyasında ən davamlı və dağınıq qravitasiya dalğalarını yaradır, ona görə də onları aşkar edə bilməyimiz çox vacibdir. Problem ondadır ki, bunlar inanılmaz dərəcədə nadir hadisələrdir və bəziləri o qədər köhnədir ki, hətta bizim üçün nəhəng olan LIGO və VIRGO kimi alətlər belə onları aşkar edə bilmir. Onları aşkar etmək üçün bəlkə də qalaktika ölçüsündə bir interferometr qurmalıyıq. 15 ildir ki bunu araşdıran alimlər keçən il çox ağıllı bir şey tapdı. İnterferometr kimi pulsarlardan istifadə etmək!

Kainata səpələnmiş milyonlarla saat kimi pulsarlar var. Və bir saatin olması zamanın ölçülə bilməsi deməkdir, zamanın ölçülə bilməsi məkanın ölçülə bilməsi deməkdir.

Onda onlardan istifadə edərək ölçü aləti hazırlaya bilmərik? NANOGrav adlı işçi qrupu məhz bunu edib. Amerika və Kanadadan olan 190 alim tərəfindən aparılan bu 15 illik araşdırmanın nəticələri Avropa, Hindistan, Avstraliya və Çində teleskoplarla aparılmış müstəqil müşahidələrlə də təsdiqlənib. Yəni, əminik, qalaktika ölçüsündə bir detektor hazırlamışıq. Bunun üçün qalaktikamızdakı tam olaraq 67 fərqli pulsardan istifadə etdilər. Aradan bir qravitasiya dalğası keçərsə, uzanan məkan-zaman toxuması pulsarın vuruşunda dövrü gecikmələrə səbəb olur. Çünki işığın yolu, aralarındakı boşluğun uzanması və daralması səbəbindən dəyişməlidir. Buna görə də, pulsarın nəbz dövrü bir müddət üçün getdikcə gecikir və sonra bu uzanan bölgə geri çəkildikdə, nəbz dövrü geri qaydır. Kosmik mikrodalğa fon radiyasından əldə etdiyimiz məlumatların astronomiyada yaratdığı inqilabları nəzərə alsaq, bu yeni fon titrəşimlərinin nəyə qapı açacağını təsəvvür edə bilərsiniz. Məsələn, birdən çox kainat varsa, onların bir-biri ilə qarşılıqlı təsirini görə bilərikmi? Bəs, bu dalğaların düzləşmə miqdarına baxaraq kosmik inflyasiya nəzəriyyəsini inkişaf edə bilərikmi? Bu dalğalar kainatda yaranan ilk super kütləli qara dəliklər haqqında nə deyir?

Təbii ki, bu suallara cavab vermək üçün əlavə yoxlama, təhlil və sınaqlara ehtiyacımız var. Amma indidən deyə bilərik ki, kainatın mənşəyi ilə bağlı bizi füsunkar şeylər gözləyir.

Ədəbiyyat

1. C. Moskowitz. Gravitational Waves Discovered From Colliding Black Holes.
2. Caltech. Ligo's İnterferometer.
3. Caltech. What Is An Interferometer?
4. Wikipedia. Gravitational Wave.
5. Physics. What Is A Gravitational Wave?
6. ESA. Planck: Gravitational Waves Remain Elusive.
7. M. Wall. Freaky Physics: Why The Discovery Of Gravitational Waves Should Blow Your Mind.

ELEKTRON- ELEKTRON SƏPİLMƏSİNDƏ HİQQS BOZONUN YARANMASI PROSESİNDƏ ASİMMETRİYALAR

Dadaşov Ü.S., Abdullayev S.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti

Umiddadasov79@gmail.com

Standart Modelin iddia etdiyi skalyar Hiqqs bozon 2012-ci ildə Böyük Hadron Kollayderində ATLAS və CMS kollaborasiyaları tərəfindən kəşf edildi. Bu işdə elektron-elektron səpilməsində Hiqqs bozonun yaranması prosesinə baxılmışdır:

$$e^- + e^- \rightarrow H + e^- + e^- \quad (1)$$

Son elektronların spin hallarına görə cəmləmə aparıldığı halda (1) prosesinin diferensial effektiv kəsiyi :

$$d\sigma = d\sigma_0[1 - P_1 P_2 A_1 + (P_1 + P_2) A_2] \quad (2)$$

şəklində yazıla bilər [1], $d\sigma_0$ - polyarizə olunmamış zərrəciklər halında (1) prosesinin diferensial effektiv kəsiyidir və aşağıdakı düsturla ifadə edilir:

$$d\sigma_0 = \frac{1}{16\pi} \left(\frac{\alpha}{x_w(1-x_w)} \right)^3 \cdot \frac{M_Z^2}{s} \cdot \frac{\varepsilon_1 \sqrt{E_H^2 - M_H^2}}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \cos\alpha \sqrt{E_H^2 - M_H^2}} \cdot [g_L^2 + g_R^2]^2 \cdot$$

$$\cdot \{ [2(D_1 D_2)^2 [A_e^2 (s_1 s_2 - u_1 u_2) + (s_1 s_2 + u_1 u_2)] + 2(D_3 D_4)^2 \cdot$$

$$[A_e^2 (s_1 s_2 - t_1 t_2) + (s_1 s_2 + t_1 t_2)] + 4D_1 D_2 D_3 D_4 (1 + A_e^2) s_1 s_2 \} \quad (3)$$

$$\text{Burada } D_1 = \frac{1}{t_1 - M_Z^2}, D_2 = \frac{1}{t_2 - M_Z^2}, D_3 = \frac{1}{u_1 - M_Z^2}, D_4 = \frac{1}{u_2 - M_Z^2}, \quad (4)$$

$$s_1 = 2(p_1 p_2), s_2 = 2(q_1 q_2), t_1 = -2(p_1 q_1),$$

$$t_2 = -2(p_2 q_2), u_1 = -2(p_1 q_2), u_2 = -2(p_2 q_1), \quad (5)$$

$E_H, \varepsilon_1, \varepsilon_2$ - Hiqqs bozonla son elektronların enerjiləridir

(2) ifadəsində P_1 və P_2 - başlanğıc elektronların uzununa polyarlaşma dərəcələri, A_1 və A_2 isə spin asimetriya əmsallarıdır.

A_1 ikispinli asimetriya əmsalı hər iki elektron polyarizə olduğu halda sıfırdan fərqli olur. A_2 tək spin asimetriyası başlanğıc elektronlardan hər hansı biri polyarlaşanda yaranır. Həmin asimetriya əmsallarının ifadələri belə təyin edilir:

$$A_1 = \{ (D_1 D_2)^2 [A_e^2 (s_1 s_2 + u_1 u_2) + s_1 s_2 - u_1 u_2] (D_3 D_4)^2 [A_e^2 (s_1 s_2 +$$

$$t_1 t_2) + s_1 s_2 - t_1 t_2] + 2D_1 D_2 D_3 D_4 (1 + A_e^2) s_1 s_2 \} \cdot \{ (D_1 D_2)^2 [s_1 s_2 + t_1 t_2 +$$

$$A_e^2 (s_1 s_2 - u_1 u_2)] + (D_3 D_4)^2 [s_1 s_2 + t_1 t_2 + A_e^2 (s_1 s_2 - t_1 t_2)] +$$

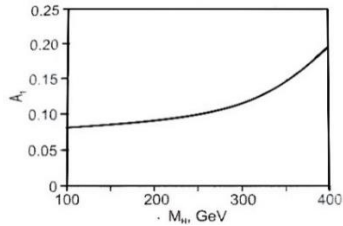
$$2D_1 D_2 D_3 D_4 (1 + A_e^2) s_1 s_2 \}^{-1} \quad (6)$$

$$A_2 = -2A_e s_1 s_2 (D_1 D_2 + D_3 D_4)^2 \{ (D_1 D_2)^2 [s_1 s_2 + t_1 t_2 + A_e^2 (s_1 s_2 - t_1 t_2)] +$$

$$(D_3 D_4)^2 [s_1 s_2 + t_1 t_2 + A_e^2 (s_1 s_2 - t_1 t_2)] + 2D_1 D_2 D_3 D_4 (1 + A_e^2) s_1 s_2 \}^{-1} \quad (7)$$

Burada $A_e = (g_L^2 - g_R^2)/(g_L^2 + g_R^2)$ nisbətində bərabərdir.

İkispinli A_1 asimetriyası bucaqlarına görə inteqralladıq və onun Hiqqs bozonun M_H kütləsindən asılılığı şəklində təsvir edilmişdir.



Şəkil 1. İkispinli A_1 asimetriya əmsalının M_H kütləsindən asılılığı ($\sqrt{s} = 500\text{ GeV}$)
İkispinli A_1 asimetriyası müsbətdir və M_H kütləsinin artması ilə monoton artır. Hiqqs bozonun kütlənin 125 GeV qiymətində A_1 ikispinli asimetriya 0,054 tərtibindədir, kütlənin $M_H = 400$ GeV qiymətində isə ikispinli asimetriya əmsalı 0,2 olur.

Tək spin asimetriyasının qiyməti olduqca kiçikdir və ona görə qrafiki burada verilmir.

Ədəbiyyat

1. Abdullayev S. Q., Qocayev M. S. Lepton-lepton və Lepton-hadron elektrozəif qarşılıqlı təsir proseslərində asimetriyalar. Monoqrafiya., Bakı, 2022, “Füyuzat”, 500 s.

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТОНОВ ИСПУЩЕННЫХ ПРИ СТОЛКНОВЕНИЯХ ЛЕГКИХ ЯДЕР С ИМПУЛЬСОМ 4.2 ГэВ/с

Мамедова А.М., Сулейманов М.К.*

*Бакинский Государственный Университет
aminastudent2002@gmail.com*

Ядерные реакции при высоких энергиях являются основным источником для получения информации как о свойствах самих частиц, так и о свойствах взаимодействия. Говоря о ядерных реакциях, имеются ввиду реакции, происходящие с участием элементарных частиц и атомных ядер. Именно в этих столкновениях была открыта партоновая и кварковая структуры материи, исследованы основные свойства сильных взаимодействий.

Ядерные реакции при высоких энергиях имеют одно очень странное свойство. В этих процессах могут родиться (производиться) новые частицы, количество которых может быть больше двух и по своим свойствам они могут отличаться от свойств сталкивающихся частиц. В этих процессах можно также получить информацию и о вакууме, который считается основным состоянием фундаментальных частиц.

Первым и наиболее распространённым параметром исследования ядерных реакций с рождением новых частиц является множественность этих частиц. Проблема заключается в том, что в разных событиях количество рожденных частиц оказывается разным, то есть если мы рассмотрим, например, 10000 событий, то множественности рожденных частиц n в этих событиях будет разная. И анализируя распределение этих

частиц по множественностям можно получить информацию, как о свойствах взаимодействующих частиц, так и о свойствах самого взаимодействия - понять природу множественного рождения частиц.

С точки зрения современной науки такие события могут быть объяснены или описаны только с помощью кварк-портоновых моделей. Но эти модели сами нуждаются в значительной степени модификации, поэтому полученные результаты в этих экспериментах имеют важное значение также и для модификации моделей, разработанных для описания ядерных реакций при высоких энергиях.

Цель этого тезиса, который является частью моей выпускной работы, есть получение и изучение множественных характеристик частиц, образованных в столкновениях ядер с ядрами при импульсе 4,2 ГэВ/с.

Для достижения цели я использовала данные, полученные в результате модуляции событий по каскадной исполнительной модели Дубны. Эта модель дает возможность моделировать ядерные реакции, например, протон-кислород при значении импульса 4,2 ГэВ/с. Я смоделировала 10000 событий с помощью программы Cascade.f на языке программирования Fortran. С помощью программы Root визуализируется распределение по множественности заряженных частиц, образующихся в реакции протон-кислород при заданном импульсе. Однако в данном тезисе график составлен с помощью Excel.

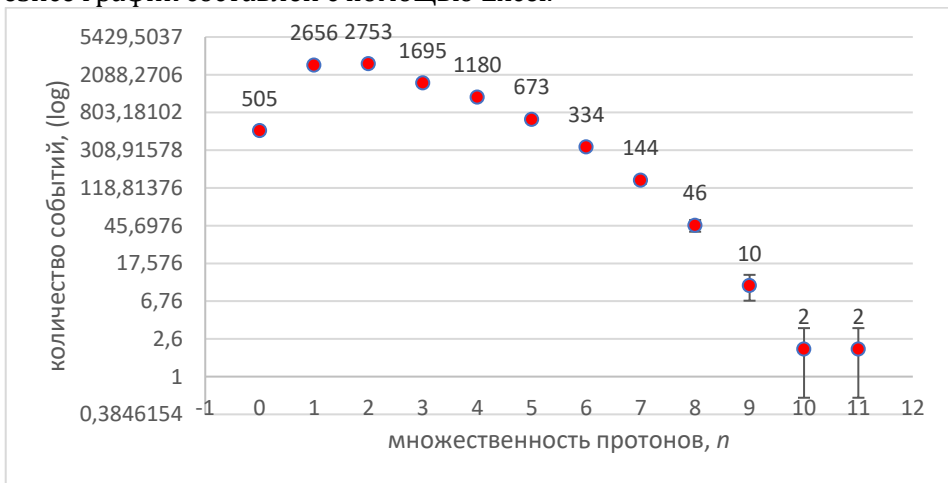


Рис. 1. График зависимости множественности протонов от количества событий.

Литература

1. Perkins D. H. Introduction to high energy physics. 4th Edition, Cambridge University Press, 2000.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Том V. Атомная и ядерная физика. Москва: Изд-во МФТИ, 2002.

QARA DƏLİKLƏR

Eminova M.E., Səmədov Z.A.*

Bakı Dövlət Universiteti

eminovamahnur@gmail.com

Qara dəlik terminini 1969-cu ildə ilk dəfə Con Uiler istifadə etmişdir. Qara dəlik anlayışı ilk olaraq Nyutonun Ümumdünya Cazibə qanunu əhatəsində yaranmışdır. 20-ci əsrin əvvəllərində və xüsusilə Eynşteynin ümumi nisbilik nəzəriyyəsinin ortaya çıxması ilə qara dəlik anlayışı ortaya çıxdı.

Qara dəliyi xarakterizə edən ümumi nisbiliyin ilk həlli Karl Şvartsşild tərəfindən tapılmışdır, ancaq heç bir şeyin tərk edə bilməyəcəyi fəza bölgəsi olaraq şərhi Devid Finkelştein vermişdir.

Qara dəlik–zərrəciklər və işıq kimi elektromaqnit dalğaların içindən tərk edə bilmədiyi güclü qravitasiyaya sahib fəza-zaman bölgəsidir. Həmin bu heç bir obyektin qaçışının mümkün olmadığı bölgəni sərhədləyən qurşağa hadisə üfüyü deyilir. Qara dəlik maddə udduqca hadisə üfüyünü genişləndirir. Qara dəliklərin yaranması ulduzların təkamülünün son mərhələsi olaraq bilinir. Ulduzun yaranma prosesi böyük qaz kütləsinin, əsasən hidrogenin öz qravitasiya cazibəsi hesabına sıxılmaqla başlayır. Sıxılma prosesində qazın atomları getdikcə artan sürətlə hərəkət etməyə başlayır və nəticədə bir-biri ilə daha tez-tez toqquşur. Nəticədə qaz qızmağa başlayır və sonradan elə bir qızmar hala keçir ki, artıq hidrogen atomları bir-biri ilə toqquşub kənara sıçramaqdansa, bir-biri ilə birləşməyə başlayır və heliuma çevrilir. Ulduzun daxilində çox güclü termonüvə reaksiyaları gedir. Lakin sonda ulduz daxilində hidrogen və digər növ yanacaq tükənir və ulduzun kollapsı baş verir, nəticədə isə qara dəliklər yaranır. Qara dəliklərin yaranması ulduzun ilkin kütləsi ilə müəyyən olunur. Əgər ulduzun nüvəsinin kütləsi 3 Günəş kütləsindən böyük olarsa, bu zaman son mərhələdə qara dəliklər yaranacaqdır. Həcm getdikcə azalır, sıxlıq artır və ulduz elə bir radiusa gəlib çatır ki, işıq da daxil olmaqla heç bir maddə artıq bu cismin qravitasiyasına qalib gəlib ondan qurtula bilmir. Kütləsi M olan bir qara dəliyin radiusu $R=2\frac{GM}{c^2}$ -dir. Buna Şvartsşild radiusu deyilir. Kütlələrinə görə qara dəliklərin 4 növü olduğu fikri söylənməmişdir ki, onlardan 2-si mövcuddur, 2-si isə hipotetiktir.

- Ulduz qara dəliklər
- Nəhəng qara dəliklər
- Orta kütləli qara dəliklər
- İlkin qara dəliklər

Ulduz qara dəliklərin kütləsi təxminən bir neçə Günəş kütləsidir.

Mövcud olduğu düşünüülən 2-ci növ qara dəliklər nəhəng kütləli qara dəliklərdir. Bu qara dəliklər bir neçə milyon Günəş kütləsi diapozonu əhatə edir. Qara dəlik–mühüm astronomik və fiziki obyektidir. Qara dəliyi görmək o qədər asan olmasa da, onun kosmosdakı rolu danılmazdır. Qara dəlik şüa

buraxmır, ancaq onun üzərinə düşən və ya ətrafında fırlanan cisimlərin şüalanması nəticəsində görünə bilər. Əgər sadə qara dəlikdən danışırıqsa, yəni sadə dedikdə, onun elektrik yükü yoxdur. Daha aydın desək, “saçın yoxluğu” barədə teoremə görə, qravitasiya kollapsı nəticəsində meydana gələn qara dəliklər bu 3 parametrdən başqa heç bir parametrdən asılı olmur. Bu parametrlər kütlə, impuls momenti və elektrik yüküdür.

Kvant mexanikası klassik fizikadan fərqli olaraq, zərrəciyin qara dəlikdən çıxmasına imkan verir. Ancaq nüvə və atom fizikasında çoxlu sayda hallar vardır ki, klassik fizikada baryeri keçə bilməyən zərrəcik kvant mexanikasına görə tunel effekti hesabına baryeri keçə bilər.

Əgər qara dəlik daima zərrəcik buraxırsa, onun kütləsi və ölçüsü daima azalır. Nəticədə, qara dəliklər buxarlanmağa başlayacaqdır. Odur ki, emissiya daim artacaq və nəticədə qara dəlik məhv olacaqdır.

Ədəbiyyat

1. S. Hawking. “Zamanın qısa tarixi”
2. Vaqif Müseyib oğlu Salmanov. “Fizikanın müasir problemləri”

0+ HALLARININ YARANMASINDA QALIQ QARŞILIQLI TƏSİRLƏRİN NƏZƏRƏ ALINMASI

Məmmədəlizadə K.B., Əbdülvahabova S.Q.*

*Bakı Dövlət Universiteti
memmedalizade@bk.ru*

Cütləşmə, kvadrupol qalıq qarşılıqlı təsirləri nəzərə almaqla (p,t) reaksiyaları zamanı baş verən E2 keçidlərinin matris elementləri hesablanmışdır. Hesablamalar E2 keçidlərinin qiymətlərinin Fermi səthinə yaxın səviyyələrin sıxlığından asılı olmasını göstərir.

Nüvələrdə kvadrupol qarşılıqlı təsirlərin öyrənilməsi müxtəlif nüvə hallarını xarakterizə etmək, nüvənin strukturu, elektrik və maqnit xassələri haqqında məlumat əldə etmək üçün istifadə olunur. Nüvə deformasiyaya malik olduqda elektrik momentlərinə malik olur və elektrik şüaları yayır. Bu elektrik momentləri arasında E2 keçidlərinə daha çox rast gəlmək olur.

E2 keçidlərinin matris elementini hesablamaqdan ötrü ilk əvvəl keçidin ehtimalını hesablayaq. Fərz edək ki, system

$$V = V_{av} + V_{pair} + V_Q, \quad (1)$$

qarşılıqlı təsir nəticəsində i halından f halına keçir

$$W_{i \rightarrow f} = \int \Psi_f V \Psi_i d\xi_i d\xi_f \quad (2)$$

(1) ifadəsində V_{av} Vuds-Sakson tipli orta sahəni xarakterizə edən potensial, V_{pair} qalıq cütləşmə potensialı, V_Q isə uzaqdan təsir göstərən qalıq kvadrupol qarşılıqlı

təsirdir. Cütləşmə potensialı elektrik kvadrupol matrisin element-lərinin qiymətinə təsir edir və hərəkətlərin növünü müəyyən etmək üçün istifadə edilə bilər.

E2-keçidlərinin (p,t) birbaşa gedən nüvə reaksiyaları zamanı baş verməsinə baxaq. Bu halda E2 keçidinin matris elementi aşağıdakı ifadə ilə verilir:

$$M = \frac{\langle \Psi_f | \sum_{m=1}^A r_j^2 Y_{20}(\theta, \phi) | \Psi_i \rangle}{\sqrt{N_i N_f}}, \quad (3)$$

burada

$$\Psi_i = \Psi_{00}(\xi) f(\vec{r}_p) \chi_{1/2, m_p}, \quad (4)$$

ilk halın funksiyası,

$$\Psi_f = \Psi_{20} = \left\{ \exp \left[-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^A \sum_{j=1}^2 \frac{1}{2} (u_{ij}^2 + v_{ij}^2) - \frac{1}{2} \sum_{l=1}^A R_l^2 \right] \right\} F_t(\vec{r}_t) \chi_{1/2, m_t} \quad (5)$$

isə son halın funksiyasıdır. Bu ifadələrdə Ψ_{00} ilkin nüvənin, $f(r_p)$ protonun dalğa funksiyası, $F_t(r_t)$ çıxan tritonun dalğa funksiyasıdır.

(4) və (5) ifadələrindən istifadə edərək (3) ifadəsi hesablanmışdır. Matrisin qiyməti nadir torpaq elementlərində həyəcənli halaların (p,t) reaksiyalarında birzərrəcikli səviyyələrin sıxlığının Fermi səthinin yaxınlığında paylanmasını göstərir [1,2].

Beləliklə, nəzəri və təcrübi nəticələri təhlil edərək deyə bilərik ki, nadir torpaq nüvələrinin 0^+ həyəcənli halları hər hansı bir xüsusi hərəkət növünün təmiz halları deyil. Kəmiyyət izahı üçün müəyyən bir hərəkət növü ilə yanaşı, iki nuklonun ötürülməsi reaksiyasının mexanizmi haqqında dəqiq biliklər, həmçinin, nüvələrin öz-özünə uyğunlaşmış sahəsinin dinamikasının aydınlaşdırılması lazımdır. İki nuklon köçürmə nəzəriyyəsi bir nuklon köçürmə reaksiya nəzəriyyəsi ilə müqayisədə hələ də bəzi çatışmazlıqlara malikdir. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, (p,t) reaksiyalarından nüvənin quruluşu haqqında yalnız kəmiyyət məlumatlarından istifadə etmək olar.

Ədəbiyyat

1. Abdulvahobova S. G., Afandiyeva I. G. Russian Physics Journal, V.64, N3, 504-508, (2021)
2. Kulp W. D., Search for Intrinsic Collective Excitations in ^{152}Sm . arXiv: 0805.1912v1 [nucl-ex] 13 May (2008)

GÜNƏŞ AKTİVLİYİNİN İNSAN FƏALİYYƏTİNƏ TƏSİRİ

Məmmədli Q.N., Bəşirov M.M.*

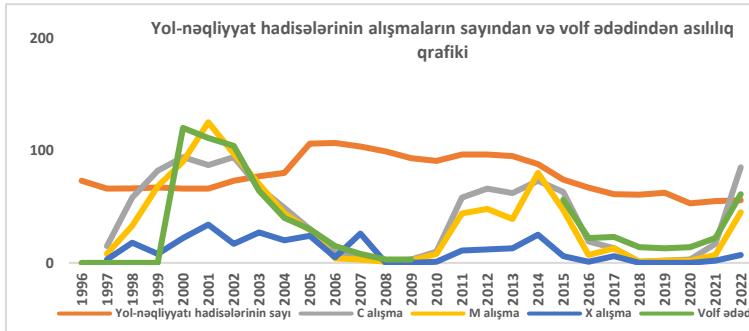
Bakı Dövlət Universiteti

qurbanmamedli@gmail.com

Günəş aktivliyinin təsiri hazırkı gündə aktualdır: Günəş alışımlarının sayı artmış, növbəti periodun maksimumu yaxınlaşmaqdadır. Günəşdə baş verən

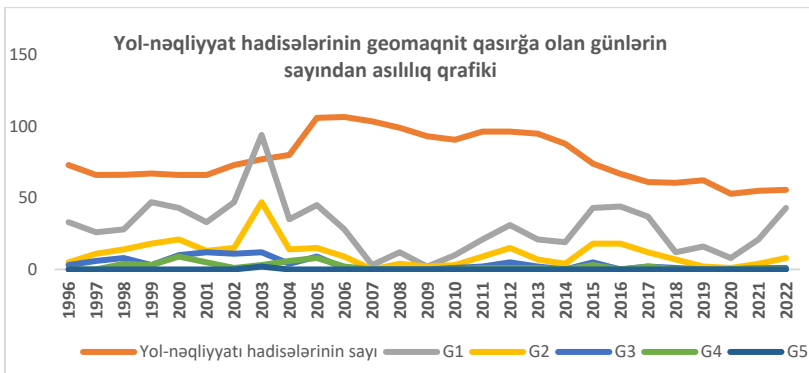
alışmalar, şüalanmalar planetlərə, onların maqnit sahələrinə çox güclü təsir edir. Ayın, Marsın atmosferinin olmaması, Marsın manit sahəsinin qeyri-adi zəif olması, yerdə maqnit qasırğaların baş verməsi Günəşdən ayrılan yüklü və yüksüz zərrəciklər selinin təsiri hesabına baş verir. Günəş küləyi planetlərarası maqnit sahəsinin, o cümlədən Yer maqnit sahəsinin güclü dəyişmələrinə səbəb olur. Günəş aktivliyi ətraf mühitin ekoloji parametrlərinə insanların funksional sağlamlığına, onların həyat fəaliyyəti ilə bağlı proseslərə təsir edir [1].

Bunu nəzərə alaraq 1996-2022-ci illərdə yol nəqliyyat hadisələrinin statistikasını götürdük və bu dəyişmələri Günəş alışmaları parametrləri ilə müqayisə etdik. Bu illər ərzində Günəşdə baş verən geomaqnit qasırğaların sayı (G1,G2,G3,G4,G5), Günəş ləkələrinin sayı, C, M və X sinif alışmaların sayı götürülmüş və onların Yol-Nəqliyyat hadisələrinin sayından asılılığı tədqiq edilmişdir. Aşağıdakı diaqramda illər üzrə Yol-Nəqliyyat hadisələrinin sayının Volf ədədindən və C, M, X sinif alışmaların sayından asılılığı göstərilmişdir.



Qrafikin təhlilindən belə nəticəyə gəlmək olur ki, Günəş alışmalarının sayı azaldıqca, hadisələrin sayı artmışdır.

Bu hadisələrin qasırğaların sayından asılılığının tədqiqindən də belə qənaətə gəlinmişdir ki, qasırğaların sayı artdıqca hadisələrin sayı nisbətən azalmışdır.



Alışmaların sayı, geomaqnit qasırğaların gücü artdıqca yol nəqliyyat hadisələrinin sayı, bu hadisələrə təsir edən digər faktorlarla yanaşı öz təsirini

göstərir, günəş alışmaların parametrləri artdıqca hadisələrin sayı azalması müşahidə olunmuşdur.

Fakt nəqliyyat daşınmalarının təşkilində nəzərə alınə bilər. Araşdırma daha çox faktorları əhatə etməklə aparıldığı təqdirdə yol nəqliyyat hadisələrində bədbəxt hadisələrin azalmasına, yol nəqliyyatı üzrə təhlükəsiz fəaliyyətə imkan verəkdir.

Ədəbiyyat

1. Бархатова Е. И. , Вязовкина Л. М., Бархатова Н. А.—Текст: непосредственный //Юный ученый.—2020.—№6(36).—С.114-121.
2. <https://stat.gov.az/source/transport/>

KVANT HESABLAMA VƏ TELEPORTASIYA

Məmmədzadə Ö.İ., Daşdəmirov A.O.*
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
omr.mammadzade@gmail.com

Kvant kompüterləri klassik kompüterlərin həll edə bilmədiyi mürəkkəb məsələləri öz potensialına uyğun həll edə bilən paradıqmadır. Bu paradıqma kvant mexanikasının əsasları və prinsiplərinə əsaslanır.

Klassik kompüterlərdə məlumatlar bit ilə təmsil edilir. Bir bit 0 və 1 olmaqla tam ehtimalla iki halın birində ola bilər. Lakin, kvant kompüterlərdə məlumatlar kubitlə, yəni kvant biti ilə təmsil olunur. Kubitlər, klassik bitlərdən fərqli olaraq superpozisiya halına malikdir. Kubit superpozisiya halında eyni zamanda müəyyən ehtimallarla həm 0 həm də 1 hallarında ola bilər. Bu da kvant kompüterlərin klassik kompüterlərə nəzərən məlumatlar üzərində əməliyyatların aparılması və onların təhlükəsiz, səmərəli ötürülməsindən böyük qazanca malikdir.

Kvant mexanikasında sistemin halı ehtimallar çoxluğu ilə ifadə olunur. Bu çoxluqları göstərmək üçün müəyyən riyazi vektorlardan istifadə olunur. Kvant hallarını təsvir etmək üçün vektor olan - bra və ket notasiyasından istifadə olunur. Ket Hilbert fəzasındaki vektorları təmsil edən riyazi ifadədir. Ket vektoru kvant sisteminin bütün mümkün hallarının superpozisiyasının göstərir. Superpozisiya – kvant sisteminin birdən çox halda olma ehtimalını göstərir. Bra vektoru ket vektoru ilə bərgə işlədilir və kubitin olma ehtimallarını göstərir.

İki və daha artıq kubitdən ibarət sistem də mövcuddur. İki kubitdən ibarət sistem 4 mümkün hala malikdir – 00, 01, 10 və 11. Kubitlərin sayı atdıqca mümkün halların sayı da 2^n qanunu ilə artacaq. Bu halların superpozisiyasından ibarət sistem daha mürəkkəb məsələləri daha sürətli yolla həllinə yol açır. Birdən çox kvant bitindən ibarət sistemin xüsusi halı da mümkündür. Bu dolaylı hal adlanır. Bu halda sistemi təşkil edən kubitlər bir-biri ilə əlaqəli olur və birinin üzərində aparılan əməliyyat digərinə təsir edir.

İxtiyari kubitin superpozisiya halını ölçmək, həmin kvant sisteminin halını dəyişdirir. Superpozisiya kvant sisteminin iki və daha artıq hallarda olma ehtimalını təsvir edir. Ölçmə isə bu ehtimalları yox edir və sistemin müəyyən ehtimalı tək kvant halında olmasına səbəb olur. Ölçmə prosesindən əvvəl sistemin hansı kvant halında ola biləcəyi ehtimalını vermək mümkün deyil.

Birdən çox klassik bitdən ibarət məlumatı tək bir kubitdə kodlamaq üçün müxtəlif yollar mövcuddur. Bu yollardan biri sıx kodlamadır. Bu məqalədə Alis və Bob arasında məlumat paylaşımı mövzusunda dəyəcəyik. Alis müəyyən dəyərlər üzərində kvant çevrilmələr edərək tək kubit halına gətirir və onları Boba yollayır. Bob göndərilən kübitləri üzərində müəyyən çevrilmələr edərək, Alisin çatdırmalı olduğu dəyərləri alır.

Kvant teleportasiyası hər hansı kvant sisteminin kvant halı hər hansı maddə və ya enerji ötürülməsi olmadan, bir yerdən başqa bir yerə ötürülməsi prosesidir. Bu proses kvant sisteminin xüsusi halı olan, dolaşq hal sayəsində gerçəkləşir. Dolaşq hal, iki və ya daha çox kvant sistemi arasında əlaqə qurulmasına xidmət edir. Bu əlaqə sayəsində bir sistemdə baş verən dəyişiklik digər sistemlərə də təsir edir.

Ədəbiyyat

1. E. Rieffel, W. Polak, “An introduction to quantum computing for non-physics”, article, FX Palo Alto Laboratory, 3400 Hillview Avenue, Palo Alto, CA94303
2. Rieffel E., Polak W., “Quantum Computing” (2011)
3. Nielson M. A., Chuang I. L. “Quantum Computation and Quantum Information”, -2010
4. E. Rieffel, W. Polak, “Quantum Computing” (2011)
5. Gavin E. Croons “No Cloning, Teleportation”, Fall 2005
6. Robert S. Sutor “Dancing with Qubits”, - 2019
7. Y. Uesana “Mathematical Principle of Quantum Computation”, Corona Publishing, Tokyo, In Japanese (2000)

GÜNƏŞ NEYTRİ NOSUNUN SƏRBƏST QAÇIŞ YOLUNUN UZUNLUĞUNUN HESABLANMASI

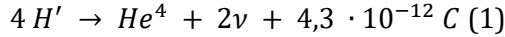
Pirvəliyeva Ş.S., Babayev Ə.H.*

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

sebnempirveliyeva@gmail.com

Günəş neytrinosu Günəşin nüvəsində istilik-nüvə reaksiyaları zamanı yaranan zərrəcikdir. İstilik nüvə sintez reaksiyaları yüksək temperaturda atom nüvələrinin qarşılıqlı çevrilməsinə deyilir. 1938-ci ildə alman fiziki Bete göstərmişdir ki, Günəşin enerji mənbəyi onun nüvəsində hidrogenin helyuma

çevrilməsi nəticəsində, yəni dörd protondan iki protona və iki neytrondan ibarət bir helium nüvəsi əmələ gəlir. Bu reaksiya



şəklində baş verir. Yəni reaksiya zamanı iki neytrino (ν) və $4,3 \cdot 10^{-12} C$ enerji şüalanır. Ayrılan enerji kütlə defekti (Δm) ilə mütənasibdir:

$$\Delta E = \Delta mc^2 \quad (2)$$

Günəşin mənbəyində hasil olan enerji neytrino seli və qamma şüalanma şəklində olur. Bir neytrinonun daşdığı enerji 0,42 MeV-dir. Deməli, Günəşin mərkəzinin ayrılan enerjinin az bir hissəsi neytrinolar tərəfindən səthə ötürülür. Lakin, onların bir üstün cəhəti mövcuddur ki, onlar yaranan kimi Günəşin səhtinə çıxıb onu tərk edə bilirlər.

Belə ki, Günəşin nüvəsində hasil olan neytrinolar dərhal müşahidəçiyə çatdığı halda, qamma şüalanma yolu ilə hasil olan enerji bir neçə ildən sonra müşahidəçiyə çatır. Yəni neytrinoların sərbəst qaçış yolunun uzunluğu olduqca böyükdür.

İndi isə bu yolun uzunluğunun hesablanmasına baxaq. Yuxarıda qeyd etdik ki, dörd protonun bir helium nüvəsinə sintezi nəticəsində $\Delta E = 4,3 \cdot 10^{-12} C$ enerji ayrılır. Günəşin bir saniyə ərzində şüalandırdığı enerji selinin miqdarı $L = 3,85 \cdot 10^{26} Vt$ -dir. Buna Günəşin işıqlığı deyilir. Hər saniyədə genəşin nüvəsindən hasil olan helium sayını bilmək üçün Günəşin işıqlığını ΔE bölmək lazımdır. Onda

$$\frac{L}{\Delta E} = \frac{3,85 \cdot 10^{26}}{4,3 \cdot 10^{-12}} = 10^{38}$$

alırıq. Neytrino üçün udulma əmsalı çox kiçik olub təqribən $k = 6 \cdot 10^{-44} sm^2$ -dir.

Günəş plazmasının tamamilə hidrogendən ibarət olduğunu və Günəşin nüvəsində sıxlığın təqribən $p = 100 q/sm^3$ olduğunu nəzərə alıb zərrəciklərin konsentrasiyasını hesablamaq $n = \frac{p}{m_H} \approx 10^{26} sm^{-3}$ alırıq. Onda bir atoma düşən həcm

$\frac{1}{n} = 10^{-26} sm^3$ olar. Zərrəciklərin hər birinin sürətini ϑ ilə işarə edirik. En kəsiklərinin isə udma əmsalı tərtibində olduğunu qəbul edək. Bu halda zərrəciyin $\frac{1}{n} sm^3$ həcmi keçmə müddəti üçün

$$t = \frac{1/n}{\vartheta \cdot k} = \frac{1}{n \cdot \vartheta \cdot k} \quad (3)$$

yaza bilərik. (3) ifadəsinin tərs qiyməti bizə bizə bir saniyədəki toqquşmaların sayını verəcək. $N = n \cdot \vartheta \cdot k$ (4). Növbəti toqquşmaya qədər neytrinoların keçdiyi yol, yəni onların sərbəst qaçış yollarının uzunluğu $l = \vartheta \cdot t = \frac{1}{n \cdot k}$ (5) düsturu ilə hesablanıla bilər. n və k -in əmsallarını nəzərə alsaq, $l \approx 10^{17} sm$ qiymətini alırıq. Deməli, neytrinoların sərbəst qaçış yolunun uzunluğu, yəni növbəti toqquşmaya qədər keçə biləcəyi yolun uzunluğu təxminən $10^{17} sm$ -ə bərabərdir. Bu isə Günəş sisteminin radiusunun uzunluğundan xeyli böyükdür. Ona görə də neytrino seli günəşi dərhal tərk edərək kosmik fəzaya yayılır.

Ədəbiyyat

1. Hüseynov R. E. Astronomiya, Bakı, Maarif, 1997
2. Кононович мороз общий курс астрономии, Москва, 2004
3. Климишин И. А. Астрономия наших дней, Москва, 1986

NEYTRİNO DƏSTƏSİNİN ELEKTRONLARDAN ANTİSTOKS SƏPİLMƏSİNDƏ ENERJİ İTKİSİ VƏ SƏPİLƏN NEYTRİNOLARIN ORTA ENERJİSİ ARASINDA ƏLAQƏ

¹Məhərrəmzadə N.B., ^{2,3,4,5}Hüseynov V.A.*

¹Bakı Dövlət Universiteti

²Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyinin Fizika İnstitutu

³Bakı Mühəndislik Universiteti

⁴Azərbaycan Texniki Universiteti

⁵Sumqayıt Dövlət Universiteti

vgusseinov@yahoo.com

Maqnitləşmiş mühitlərdə, o cümlədən güclü maqnit sahələrinə malik olan astrofiziki obyektlərdə baş verən neytrino dəstəsinin elektronlardan elastik səpilmə proseslərində ($\nu_i + e^- \rightarrow \nu'_i + e^-$) enerji itkilərini və son haldakı neytrinoların enerjilərinin orta qiymətini hesablamaq lazım gəlir. Burada $\nu_i = \nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau$ və $\nu'_i = \nu'_e, \nu'_\mu, \nu'_\tau$, uyğun olaraq, başlanğıc və son hallarda olan neytrinoların üç növünü (aromatını) göstərir. Bu işdə məqsəd baxılan proseslər üçün, maqnit induksiya vektorunun qiyməti B Şvinqer sahə qiymətindən $B_0 = m_e^2 c^3 / (e\hbar) = 4,414 \times 10^{13}$ Qs çox-çox kiçik olduqda ($B \ll B_0$), kifayət qədər aşağı enerjili ($\omega \ll m_e \cong 0,511$ MeV) neytrinolar çox yüksək Landau səviyyələrində yerləşən ultrarelyativistik elektronlardan səpildikdə və səpilən neytrinoların ω' enerjisi düşən neytrinoların ω enerjisindən çox-çox böyük olduqda ($\omega' \gg \omega$) son halda olan neytrinoların enerjilərinin orta qiyməti ilə elektronlar tərəfindən itirilən enerji itkisi arasında yaranan əlaqəni müəyyənləşdirməkdir.

Xarici maqnit sahəsində $\nu_i e^- \rightarrow \nu'_i e^-$ prosesləri üçün səciyyəvi olan vahid zamanda vahid həcmdəki diferensial ehtimal, vahid zamanda vahid həcmə ötürülən enerji itkisi və son haldakı neytrinoların orta enerjisi, ümumi halda, uyğun olaraq,

$$dw = 2\pi \frac{1}{V} \int |A_{if}|^2 \delta(\sum E_i - \sum E'_f) \prod dn_i f_i \prod dn_f (1 - f'_f) \quad (1)$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{2\pi}{V} \int q^0 |A_{if}|^2 \delta(\sum E_i - \sum E'_f) \prod dn_i f_i \prod dn_f (1 - f'_f) \quad (2)$$

$$\langle \omega' \rangle = \frac{\int_0^\infty \omega' dw}{\int_0^\infty dw} \quad (3)$$

düsturları ilə hesablanır [1, 2]. (1) və (2) düsturlarında A_{if} kəmiyyəti baxılan konkret prosesin amplitudu, dn_i və dn_f , uyğun olaraq, başlanğıc və son halda

olan zərrəciklərin hallar sayı, V – prosesin baş verdiyi (normallaşdırıcı) həcm, f_i və f'_i , uyğun olaraq, başlanğıc və son halda olan zərrəciklərin Fermi-Dirak paylanma funksiyaları, E_i (E'_i) - başlagıc (son) halda olan zərrəciklərin enerjiləri, $q^0 = \omega' - \omega$ - son və başlanğıc haldakı neytrinoların enerjiləri fərqi.

$\omega' \gg \omega$ şərti ödənildikdə $q^0 = \omega' - \omega \approx \omega'$ olur və bu halda enerji itkisi üçün aşağıdakı ifadə alınır:

$$\frac{dE}{dt} = \int_0^\infty q^0 dw = \int_0^\infty \omega' dw, \quad (4)$$

(3) düsturundan və $\int_0^\infty dw = 1$ normallaşma şərtindən

$$\int_0^\infty \omega' dw = \langle \omega' \rangle \int_0^\infty dw = \langle \omega' \rangle cm^{-4} \quad (5)$$

alınır. Beləliklə, (4) və (5) ifadələrinin müqayisəsi göstərir ki,

$$\frac{dE}{dt} = \langle \omega' \rangle cm^{-4} \quad (6)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, $\hbar = c = 1$ vahidlər sistemində zamanın ölçü vahidi *saniyə* (*s*) deyil, *santimetrdir* (*sm*) [3].

Beləliklə, $\omega' \gg \omega$, $\omega \ll m_e$ və $B \ll B_0$ şərtləri daxilində alınmış (6) münasibəti onu göstərir ki, kifayət qədər aşağı enerjili neytrino dəstəsi çox yüksək Landau səviyyələrində yerləşən ultrarelyativistik elektron qazından səpilərkən antistoks keçidləri zamanı səpilən neytrinonun orta enerjisinin vahid zamanda vahid həcmə düşən qiyməti elektronlar tərəfindən vahid zamanda mühitin vahid həcminə ötürülən enerjiyə bərabərdir.

Ədəbiyyat

1. Gvozdev A. A., Ognev I. S., Zh. Eksp. Teor. Fiz., 2002, vol. 121, pp. 1219-1234.
2. Hüseynov V. A. Kvant elektrodinamikası. Ali məktəblər üçün dərslik, Bakı: "Şərq-Qərb" nəşriyyatı, 2012, 235s.
3. Ternov İ. M., Xalilov V. R., Rodionov V. N. Vzaimodeystviye zaryajennykh chastits s sil'nym elektromagnitnym polem. Moskva: İzdatel'stvo Mosk. Un-ta, 1982, 304s.

BEŞ ÖLÇÜLÜ REISSNER-NÖRDSTROM ANTI-DE SİTTER QARA DƏLİKLƏRİNİN SIFIR GEODEZİDLƏRİ

Qafarova A.H., Məmmədov Ş.Ə.*

Bakı Dövlət Universiteti

arzu.qafar.02@gmail.com

Şvarzşild və Reissner-Nördstrom (RN) qara dəlik həlləri dölçülü fəza-zamanda Tangerlini tərəfindən təqdim edilmişdir. Hərəkət tənliyi:

$$S = - \frac{1}{16\pi G^5} \int d^5 x \sqrt{-g} (R - 2 \Lambda - F^2) \quad (1)$$

təsirindən alınır. Yuxarıdakı təsirdən alınan sahə tənliyini həll edərək tapılan statik və sferik simmetrik metrika aşağıdakı kimi verilir:

$$ds^2 = -f(r)dt^2 + \frac{1}{f(r)}dr^2 + r^2d\Omega_3^2. \quad (2)$$

Burada $f(r)$ $-(n+1)$ ölçülü RNAdS fəza zamanı üçün verilən laps (xəta) funksiyasıdır:

$$f(r) = 1 - \frac{m}{r^{n-2}} + \frac{q^2}{r^{2n-4}} + \frac{r^2}{l^2}. \quad (3)$$

Burada m və q ixtiyari sabitlərdir, və $d\Omega_3^2 = d\theta^2 + \sin^2\theta d\Phi^2 + \sin^2\theta \sin^2\Phi d\psi^2$ – üç ölçülü vahid sferanın metrikaçıdır. Həmçinin, m fəza – zamanın ADM kütləsi M ilə əlaqəlidir:

$$M = m \frac{(n-1)\omega_{n-1}}{16\pi G} \quad (4)$$

Burada ω_{n-1} -vahid $n-1$ ölçülü sferanın həcmidir. q parametri yükü verir. $q^2 \rightarrow Q^4$ limitində metrika aşağıdakı şəkəldə düşər:

$$f(r) = 1 - \left(\frac{2M}{r}\right)^2 + \left(\frac{Q^2}{r^2}\right)^2 + \left(\frac{r}{l}\right)^2$$

Beləliklə, M və Q münasibətləri vasitəsilə fəza-zamanın yekun M kütləsi və Q yükü ilə əlaqədardır:

$$(2M)^2 = \frac{16\pi GM}{(n-1)\omega_{n-1}}, Q^2 = \frac{8\pi GQ}{\sqrt{2(n-1)(n-2)\omega_{n-1}}}. \quad (5)$$

Bu fəza – zamanın 2 üfüqünün olmasını xarakterizə edir, (hadisə üfüqü r^+ və Koşi üfüqü r^-) meydana gəlməsinə imkan verir və $f(r) = 0$ tənliyindən və ya aşağıdakı tənlikdən alınır:

$$P(r) \equiv r^6 + l^2 r^4 - 4M^2 l^2 r^2 + l^2 Q^4 = 0 \quad (6)$$

Dəyişənin $x = r^2 - l^2/3$ əvəzləməsi etsək $P(x) = x^3 - \alpha x + \beta$ alarıq və hadisə və Koşi üfüqləri müvafiq olaraq:

$$r_+ = \sqrt{\varepsilon_0 \cos \varepsilon_1 - \frac{l^2}{3}} \quad (7)$$

$$r_- = \sqrt{\frac{\varepsilon_0}{2} (\sqrt{3} \sin \varepsilon_1 - \cos \varepsilon_1) - \frac{l^2}{3}} \quad (8)$$

şəklinə malik olur.

Ədəbiyyat

1. González P. A., Marco Olivares, Yerko Vásquez, Villanueva J. R. : Physics Null geodesics in five-dimensional Reissner–Nordström anti-de Sitter black holes – 2021. –11s.

YÜKLÜ ANTI-DE SİTTER QARA DƏLİKLƏRİ

¹Qasımova L.Z., ²Məmmədov Ş.Ə.*

¹Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi

²Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri İnstitutu
gasimovaleyaqet@gmail.com

Alimlər yüklü AdS qara dəliklərinin termodinamikası üzərində tədqiqat aparmış və qara dəliyin faza diaqramları ilə Van der Vaals mayeləri arasında analogiyanı tapmışlar. Kosmoloji sabiti termodinamik təzyiqli kimi

$$P = -\frac{A}{8\pi} \quad (1)$$

və onun qoşma kəmiyyəti olaraq termodinamik həcm $V = \left(\frac{\partial M}{\partial P}\right)_{S,Q,J}$ qəbul etdikdə, bu analogiya daha çox fiziki məna qazanır. Xüsusilə, genişləndirilmiş faza fəzasında yüklənmiş AdS qara dəliklərinin faza keçidi van der Vaals maye-qaz faza keçid ilə nəzərəcarpacaq bənzərlik təsadüf edir [16].

Dörd ölçülü fəzada yüklü qara dəlik sferik kordinatlarda aşağıdakı metrika ilə təyin edilir:

$$ds^2 = -f(r) dt^2 + f^{-1}(r) dr^2 + r^2 d\Omega^2 \quad (2)$$

Burada $d\Omega^2 = d\theta^2 + \sin^2(\theta) d\phi^2$ və $f(r)$ aşağıdakı ifadə ilə verilir:

$$f(r) = 1 - \frac{2M}{r} + \frac{Q^2}{r^2} + \frac{r^2}{l^2} \quad (3)$$

Bu tənliklərdə l , M və Q müvafiq olaraq AdS qara dəliyin radiusu, kütləsi və yüküdür. Biri qara dəlik hadisə üfüyü $f(r_+) = 0$ tənliyinin ən böyük kökü kimi əldə edilə bilər. (3) qara dəliyin kütləsi hadisə üfüyü ilə ifadə olunur:

$$M = \frac{r_+}{2} \left(1 + \frac{Q^2}{r_+^2} + \frac{r_+^2}{l^2}\right) \quad (4)$$

Qara dəlik termodinamikanın birinci qanununu ödəyir:

$$dM = T dS + \Phi dQ + V dP \quad (5)$$

və müvafiq Smarr əlaqəsi ilə verilir:

$$M = 2(TS - PV) + \Phi Q \quad (6)$$

Qara dəlik termodinamikanın birinci qanununa P və V daxildir, bu zaman kosmoloji sabit termodinamik dəyişən kimi qəbul edilir. Kosmoloji sabitin qoşma kəmiyyəti termodinamik həcmə uyğun gəlir. Entropiya üçün ifadə ifadəşəğıdakı kimidir

$$S = \frac{A}{4} = \pi r_+^2, A = 4\pi r_+^2 \quad (7)$$

və müvafiq Hoking temperaturu belədir:

$$T = \left(\frac{\partial M}{\partial S}\right)_{P,Q} = \frac{l^2(r_+^2 - Q^2) + 3r_+^4}{4\pi l^2 r_+^3}. \quad (8)$$

Yüklənmiş AdS üçün hal tənliyi $P = P(V, T)$ tənliyi qara dəlik üçün (7) və (8) ifadələrindən əldə edilir:

$$P = \frac{T}{2r_+} - \frac{1}{8\pi r_+^2} + \frac{Q^2}{8\pi r_+^4}, r_+ = \left(\frac{3V}{4\pi}\right)^{\frac{1}{3}}. \quad (9)$$

Bunların davamı olaraq yüklənmiş AdS qara dəlikləri üçün Coul–Tomson genişlənməsini araşdıracağıq.

Ədəbiyyat

1. Özgür Ökcü, Ekrem Aydın: Physics Joule–Thomson expansion of the charged AdS black holes– 2017. –7s.

G SPEKTRAL SİNİFLİ HD 10697 (G3V) VƏ HD 9362 (G8.5III) ULDUZLARININ EFFEKTİV TEMPERATURLARI VƏ SƏTHLƏRİNDƏ AĞIRLIQ QÜVVƏSİ TƏCİLLƏRİNİN TƏYİNİ

Şahmarlı Z.Ə., Səmədov Z.A.*

Bakı Dövlət Universiteti

shahmarlizahra@gmail.com

Model üsulu ilə ulduzların atmosfer parametrlərinin təyini bir sıra fotometrik və spektral kəmiyyətlərin müşahidədən ölçülmüş və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsinə əsaslanır [1,2]. Fotometrik kəmiyyətlər kimi $[c_1]$, Q və β kəmiyyətlərindən istifadə edilmişdir. $[c_1]$ kəmiyyəti uvby β Stromgren fotometrik sisteminde $[c_1] = c_1 - 0.2(b - y)$ ifadəsi ilə, Q indeksi UBV Conson fotometrik sisteminde $Q = (U - B) - 0.72(B - V)$ ifadəsi ilə hesablanır. β indeksi hidrogenin Balmer seriyasının H_β xəttinin intensivliyini ölçür. Bu kəmiyyətlər ulduzlararası fəzada udulmanın təsirindən azaddırlar.

Model üsulu ilə ulduzların effektiv temperaturlarını və səthlərində ağırlıq qüvvəsinin təcilini təyin etmək üçün aşağıdakı meyarlardan istifadə edilmişdir.

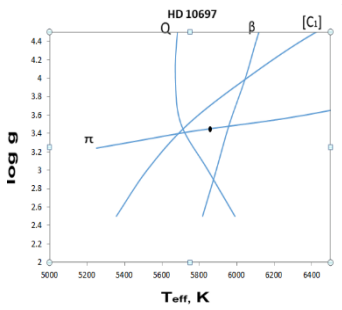
1. $[c_1]$ kəmiyyətinin müşahidədən ölçülmüş və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi.
2. Q kəmiyyətinin müşahidədən ölçülmüş və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi.
3. β kəmiyyətinin müşahidədən ölçülmüş və nəzəri hesablanmış qiymətlərinin müqayisəsi.

Hər bir meyar əsasında T_{eff} və $\log g$ cütləri təyin edilmiş və diaqramda qeyd olunmuşdur.

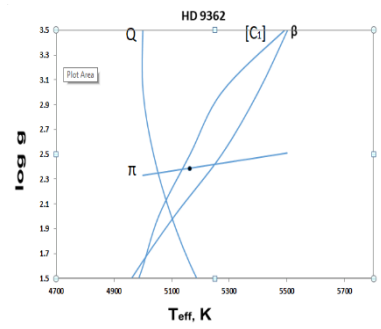
Ulduzların effektiv temperaturu və ağırlıq qüvvəsinin təcili zamanı model üsulu ilə yanaşı, həmçinin, parallaxın tətbiqi üsulundan istifadə edilmişdir. Parallax üsulu aşağıdakı sadə düsturun tətbiqinə əsaslanır :

$$\log g - \log \frac{M}{M_\odot} - 0.4 BC - 4\log T_{eff} = -10.50 + 2\log \pi'' + 0.4 m_v - 0.4A_v$$

Bu düsturda sağ tərəfdə müşahidədən ölçülən kəmiyyətlər m_v , A_v , π daxildir. Deməli düsturun sağ tərəfi hər bir ulduz üçün müşahidədən məlum kəmiyyətdir. Düsturun sol tərəfi isə T_{eff} və $\log g$ – dən aslı dəyişən kəmiyyətdir. Müxtəlif T_{eff} və $\log g$ cütləri üçün düsturun sol tərəfi hesablanır və onun sağ tərəfi ilə müqayisə olunur. T_{eff} və $\log g$ cütlərinin müəyyən qiymətlərində düsturun sol tərəfi sağ tərəfinə bərabər olur. Bu qiymətlər



Şəkil 1. HD 10697 ulduzu üçün T_{eff} və $\log g$ -nin təyini



Şəkil 2. HD 9362 ulduzu üçün T_{eff} və $\log g$ -nin təyini

$\log g - T_{eff}$ diaqramında qeyd olunur. Beləliklə, $\log g - T_{eff}$ diaqramında həm model üsulu, həm də parallaksın tətbiqi üsulu əsasında təyin etdiyimiz T_{eff} və $\log g$ cütləri əsasında xətlər qurulur. Bu xətlərin kəsişmə nöqtələrinin hündəsi mərkəzi tədqiq etdiyimiz ulduzun effektiv temperaturunu və səthində ağırlıq qüvvəsinin təcilini təyin edir. Şəkil 1 və Şəkil 2-dən görüldüyü kimi HD 10697 ulduzu üçün $T_{eff} = 5820$ K, $\log g = 3.4$; HD9362 üçün $T_{eff} = 5150$ K, $\log g = 2.4$ - dir.

Ədəbiyyat

1. Lyubimkov L. S., Rachkovskaya , Poklad D. B., Astrophysics **52**, 237 (2009).
2. Lyubimkov L. S., Lambert D. L., Rostopchin S. I., Rachkovskaya1 T. M. and Poklad D. B., Mon. Not. R. Astron. Soc. **402**, 1369–1379 (2010)

0⁺ HALLARI SU(5) QRUP TƏSVİRİNDƏ

Talıbzadə S.G., Əbdülvahabova S.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti

saratalibzad2002@gmail.com

Kvadrupol qalıq qarşılıqlı təsiri nəzərə almaqla SU(5) altqrup təsvirində 0⁺ hallarının yaranmasına baxılmışdır. Alınan nəticələr rəqsi hərəkətlərin qalıq qarşılıqlı təsir vasitəsilə nəzərə alınmasını təsdiq edir.

0⁺ həyəcanlı halların təbiəti çox mürəkkəbdir, bir tərəfdən çoxfononlu, kvazizərrəcikli-fononlu və qarışıq qalıq hallar ola bilər [1,2]. Bu halların elektrik kvadrupol E2 keçidlərində yaranması və nadir torpaq nüvələrinin Kulon həyəcanlanması bu halların əhəmiyyətli dərəcədə kollektiv olmalarını göstərir.

Cüt-cüt nüvələrin həyəcanlanmış 0⁺ hallarına N sayda bozonlardan ibarət sistem kimi baxmaq olar. Bu bozonlar iki səviyyədə yerləşə bilər: orbital momenti L=0 olan əsas halda və orbital momenti L=2 olan həyəcanlanmış halda. Əgər bu iki hallar cırlaşsın və bozonlar arasında əlaqə yoxdursa, L =0 halının komponentini s kimi, L=2 halının 5 komponentini isə d kimi işarə etmək olar. Kollektiv hərəkətləri xarakterizə edən Hamilton operatoru bozonların verilmiş N sayında, enerjini və momenti birqiymətli təyin etməyə imkan verir. Bu halda hamiltonianı dəqiq həll etmək olur.

Qrup nəzəriyyəsi nüvə fizikasında geniş istifadə olunur. İstənilən çoxzərrəcikli funksiyalar qrup təsvirlərinə görə təsnif edilə bilər və bu halda sistemin xassələri invariant qalır. Sistemin Hamilton operatorunu gətirilməmiş simmetrik SU(5) altqrup təsvirində verdikdə operator özündə d və s halında olan bozonları saxlayır.

0⁺ halları d halından kvadrupol keçidləri zamanı yarana bilər. d halının 5 komponentindən üçü bozonların ümumi sayı N, bucaq impulsu L və onun z-komponenti M-dir. Dördüncüsü başçı adlanan v və 5-ci kordinat n_x sıfır bucaq impulsu bozon cütlərinin sayıdır. Bozonların yaranma d⁺ və məhv etmə d operatorlarını daxil etsək SU(5) qrup təsvirində Hamilton operatoru qalıq kvadrupol qarşılıqlı təsiri nəzərə alındıqda aşağıdakı şəkildə olar:

$$H = \varepsilon \sum_m d_m^+ d_m + \sum_\lambda q_\lambda \left[[d^+ d^+]_\mu^\lambda [dd] \right]_0^0 \quad (1)$$

(1) operatorunun məxsusi qiymətinin ifadəsi aşağıdakı kimidir

$$E([N], v, n_x, L, M) = \varepsilon n_x + \frac{1}{14} (3q_4 + 4q_2) N(N-1) + \frac{1}{10} \left[q_0 - \left(\frac{1}{7} (3q_0 + 4q_2) \right) \right] \times \left\{ (N-v)(N+v+3) + \frac{1}{14} (q_0 - q_2) [L(L+1) - 6N] \right\}, \quad (2)$$

haradaki

$$q_\lambda = \langle d^2 \lambda \mu | V | d^2 \lambda \mu \rangle \quad (3)$$

kvadrupol qarşılıqlı təsiri xarakterizə edir [3].

Qarşılıqlı təsir potensialı V -ni kvadrupol q_λ qalıq potensialı kimi götürməklə 0^+ hallarının enerjisi və $E(2)$ elektrik keçidlərinin ehtimalları hesablanmışdır. Alınmış nəticələr təcrübə ilə müqayisədə qənaətbəxşdir.

Ədəbiyyat

1. John L Wood. Journal of Physics: Conference Series p. 403-410 (2012)
2. Abdulvahabova S. G., Afandiyeva I. G. Russian Physics Journal, V.64, N3, 504-508, (2021)
3. Abdulvahabova S. G., Barxalova N. Sh., Bayramova T. O. Proceedings Star-Net. Modern Trends In Physics, , p. 253-255,(2014)

F SPEKTRAL SİNİFLİ HD 4757 (F4 III) VƏ HD 4919 (F3 III) ULDUZLARININ EFFEKTİV TEMPERATURLARININ VƏ SƏTHLƏRİNDƏ AĞIRLIQ QÜVVƏSİ TƏCİLLƏRİNİN TƏYİNİ

Xankişiyeva A.Ə., Səmədov Z.A.*

Bakı Dövlət Universiteti

aysu.khankishi01@gmail.com

F spektral sinifli HD4757 (F4III), HD4919 (F3III) ulduzların atmosferləri tədqiq olunmuşdur. Bu ulduzların atmosferlərində ağırlıq qüvvəsinin təcili və effektiv temperaturu təyin edilmişdir. Effektiv temperatur və ağırlıq qüvvəsinin təcili ulduzların əsas atmosfer parametrləridir. Bu parametrləri bilməklə ulduzların radiusları və işıqlıqları təyin edilir. Həmçinin effektiv temperaturu və ağırlıq qüvvəsinin təcili ulduz atmosferləri modellərinin bazis parametrləridir.

HD4717, HD4919 ulduzlarının effektiv temperaturları və səthlərində ağırlıq qüvvəsinin təcili model və parallaks üsulu ilə təyin edilmişdir [1-3]. Bir sıra fotometrik kəmiyyətlərin – $[c_1]$, Q fotometrik indekslərinin müşahidə və nəzəriyyə qiymətlərinin müqayisəsi əsasında tədqiq etdiyimiz ulduzların T_{eff} və $\log g$ -ni təyin edilmişdir. $[c_1]$, Q fotometrik kəmiyyətlərinin müşahidə və nəzəriyyə qiymətlərinin müqayisəsi əsasında $\log g$ və T_{eff} cütləri təyin edilmişdir. Bu cütlər $\log g$ və T_{eff} diaqramında qeyd olunmuşdur.

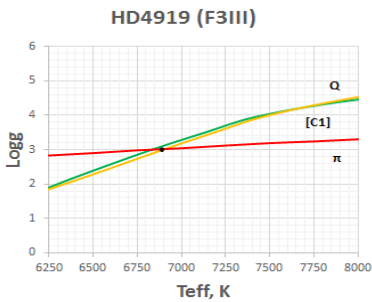
Parallaksın tədqiqi üsulu yeni üsuldur, ulduz atmosferləri modellərinə əsaslanmır. Bu üsulu tədqiq etdikdə aşağıdakı məlum düsturdan istifadə olunur:

$\log g - \log M/M_\odot - 0.4BC - 4\log T_{eff} = -10.50 + \log \pi'' + 0.4m_v + 0.4A_v$
Burada, M/M_\odot – Günəş kütləsi vahidləri ilə ulduzun kütləsi, BC – balometrik düzəliş, π'' – illik parallaks, m_v – görünən ulduz ölçüsü, A_v – ulduzlararası fəzada udulma kəmiyyətidir.

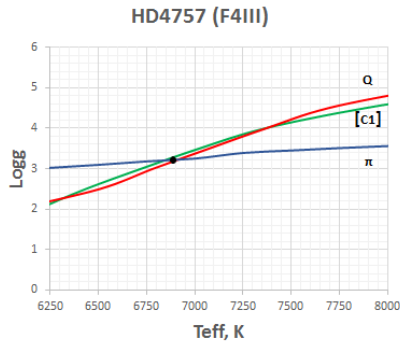
Müşahidədən π'' və A_v kəmiyyətləri məlumdur. Bu kəmiyyətlər əsasında bərabərliyin sağ tərəfini hesablayırıq. T_{eff} və $\log g$ – yə müxtəlif qiymətlər

verərək ulduz atmosferləri modellərindən balometrik düzəlişi, təkamül ayrılırlarından isə $\frac{M}{M_{\odot}}$ nisbətini təyin edirik. Bərabərliyi ödəyən $\log g$ və T_{eff} cütlərini seçirik və bu cütləri $\log g, T_{eff}$ diaqramında qeyd edirik. $\log g, T_{eff}$ diaqramında $[c_1], Q$ fotometrik kəmiyyətlərinin müşahidə və nəzəri qiymətlərinin müqayisəsi və parallaksın tədqiqi əsasında təyin edilmiş $\log g, T_{eff}$ cütlərinin həndəsi yerlərini göstərən xətlərin kəsişmə nöqtəsi ulduzun effektiv temperaturunu və səthində ağırlıq qüvvəsi təcilini təyin edir. Şəkil 1 və şəkil 2-də uyğun olaraq HD4757 və HD4919 ulduzları üçün qurduğumuz $\log g, T_{eff}$ diaqramında göstərilir. Bu diaqramlardan HD4757 ulduzu üçün $T_{eff} = 6865K, \log g = 3.2$; HD4919 ulduzu üçün isə $T_{eff} = 6875K, \log g = 3$ təyin edilir.

Şəkil 1. HD 4757 ulduzu üçün T_{eff}



Şəkil 2. HD 4919 ulduzu üçün T_{eff}



Ədəbiyyat

1. L.S. Lyubimkov, T.M. Rachkovskaya, D.B. Poklad, Astrophysics **52**, 237 (2009).
2. Lyubimkov L.S., Lambert D.L., Rostopchin S.I., Rachkovskaya1 T.M. and Poklad D.B., Mon. Not. R. Astron. Soc. **402**, 1369–1379 (2010).
3. Samedov Z. A. ; Baloglanov A. Sh. ; Hajiyeva G. M. ; Rajabova S. Sh. Azerbaijani Astronomical Journal, **18**, 63 (2023)

РАСПАД БОЗОНА ХИГГСА НА ГЛЮОНЫ

Гусейнова Н.М., Абдуллаев С.К.*

Бакинский Государственный Университет

hseynova1999@internet.ru

Один из самых интересных процессов бозона Хиггса – это распад на глюоны:

$$H(p) \rightarrow g(k_1) + g(k_2). \quad (1)$$

Этот процесс иллюстрируется петлевыми t-кварковыми диаграммами (рис. 1).

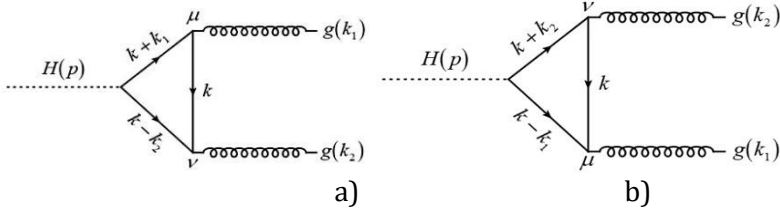


Рис.1. Диаграммы Фейнмана процесса $H \rightarrow gg$.

Запишем матричный элемент процесса [1,2]:

$$M(H \rightarrow gg) = -ig_s^2 \frac{m_q}{2\eta} \varepsilon_{1\mu}^{*a} \varepsilon_{2\nu}^{*b} \delta_{ab} I_{\mu\nu}. \quad (2)$$

Здесь

$$I_{\mu\nu} = -\frac{i}{4\pi^2 m_q} [k_{2\mu} k_{1\nu} - (k_1 \cdot k_2) I_0] \quad (3)$$

где I_0 интеграл, зависящий от параметра $\tau_q = M_H^2/4m_q^2$.

$$I_0 = \int_0^1 dy \int_0^{1-y} dz \cdot \frac{1-4yz}{1-4\tau_q yz} = \frac{1}{2\tau_q} \left[1 + \left(1 - \frac{1}{\tau_q} \right) f(\tau_q) \right]. \quad (4)$$

Квадрат матричного элемента равен:

$$|M(H \rightarrow gg)|^2 = g_s^4 \left(\frac{m_q}{\eta} \right)^2 \varepsilon_{1\mu}^{*a} \varepsilon_{2\nu}^{*b} \delta_{ab} I_{\mu\nu} \varepsilon_{1\rho}^c \varepsilon_{2\sigma}^d \delta_{cd} I_{\rho\sigma}^*. \quad (5)$$

Проведем суммирование по состояниям поляризации и по цветам глюонов.

В результате мы получаем следующее выражение:

$$\begin{aligned} |M(H \rightarrow gg)|^2 &= 8g_s^4 \left(\frac{m_q}{\eta} \right)^2 I_{\mu\nu} I_{\mu\nu}^* = \\ &= 4 \left(\frac{\alpha_s}{\pi} \right)^2 \left(\frac{M_H^2}{\eta} \right)^2 |I_0|^2 \end{aligned} \quad (6)$$

где $\alpha_s = g_s^2/4\pi$.

Интеграл по фазовому объёму глюонов легко вычисляется:

$$\int d\Phi = \frac{1}{2} \frac{1}{(2\pi)^2} \int \frac{d\vec{k}_1}{2\omega_1} \frac{d\vec{k}_2}{2\omega_2} \delta(p - k_1 - k_2) = \frac{1}{16\pi}, \quad (7)$$

мы включили сюда эффект симметрии 1/2 из-за того, что конечные глюоны идентичны.

Таким образом, вероятность распада скалярного бозона Хиггса в два глюона определяется следующим выражением

$$\Gamma(H \rightarrow gg) = \frac{M_H^3}{8\pi\eta^2} \left(\frac{\alpha_s}{\pi} \right)^2 |I_0|^2. \quad (8)$$

Литература

1. Abdullayev S. K., Gojayev M. Sh., Saddigh F. A. higgs boson decay channels: $H \rightarrow \gamma\gamma, H \rightarrow \gamma Z, H \rightarrow gg$ // Azerbaijan Journal of Physics. Fizika. Baku, 2015, V. XXI, №2, pp.17-22.
2. Abdullayev S. K., Gojayev M. Sh., Saddigh F. A. Decay channels of the standart Higgs boson // Moscow University Physics Bulletin. 2017, №4, pp. 329-339 [Абдуллаев С. К., Годжаев М. Ш., Саддих Ф. А. Каналы распада стандартного Хиггса бозона // Вестник Московского Университета. Серия 3. Физика. Астрономия, 2017, №4. с. 3-11].

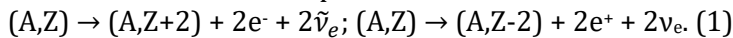
DOUBLE BETA DECAY IN THE ISOTOPE ^{130}Ba

Amirli S.I., Abdulvahabova S.G.*

*Bakı Dövlət Universiteti
seljanamirli@gmail.com*

Double beta decay is characterized as a nuclear process changing the nuclear charge Z by two units while leaving the atomic mass A unchanged. The existence of such nuclei is due to the following reasons. The first reason is that pairing forces between two protons or two neutrons increase the binding energies of even nuclei compared to odd $(A, Z \pm 1)$ nuclei, and such nuclei become more stable. The second reason is this. Since the intermediate $(A, Z \pm 1)$ -isobar nucleus is often more massive than the (A, Z) and $(A, Z \pm 2)$ nucleus, the transformation of the (A, Z) nucleus into the lighter $(A, Z \pm 2)$ nucleus cannot undergo β -decay twice.

When a nucleus (A, Z) transitions into an isobaric nucleus $(A, Z \pm 2)$, it releases two electrons or two positrons:



This process can be seen as two simultaneous neutron decays.

This process can be illustrated as follows:

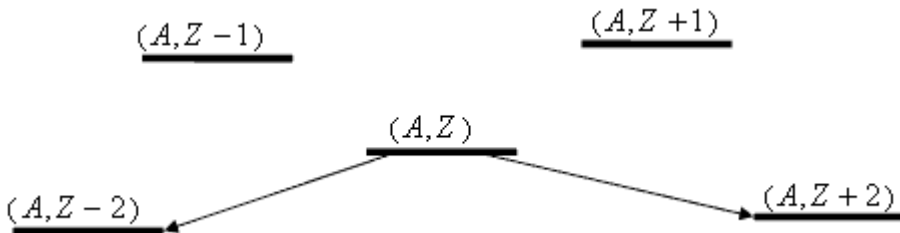


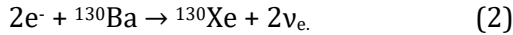
Fig 1. Energy diagram of double β -decay.

This process is violating lepton number by two units and requires massive Majorana neutrinos, i.e. neutrino and antineutrino are identical. The current

experimental status is reviewed and an outlook towards future activities is given.

The Feynman diagram of double β decay is shown in Fig.2

Double e-capture was discovered in the isotope ^{130}Ba .



For the half-life of the ^{130}Ba isotope, our calculations give $(2.2) \cdot 10^{21}$ years
Double β -decay can lead not only to the ground state of the final nucleus, but also to an excited state. At this time, this is observed by the release of one or more γ quanta or conversion electrons.

Double beta decay remain fields that enjoy large interest from both

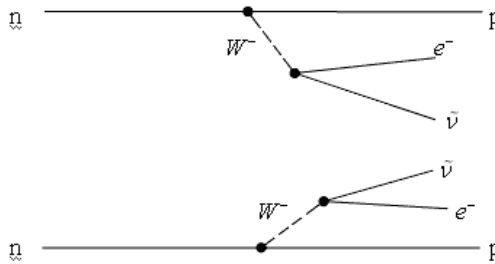


Fig.2. Feynman diagram of double β decay

experimental and theoretical communities in nuclear and particle physics.

References

1. Zuber K. Contemporary Physics, 2004, V. 45, № 6, p. 491 – 502.
2. Gia Dvali, et all. Physical Review D 108, 075012 (2023)

GÜNƏŞ ALIŞMALARININ TƏDRİS GÖSTƏRİCİLƏRİNƏ TƏSİRİ

Əhmədova K.N., Bəşirov M.M.*

Bakı Dövlət Universiteti

Ahmedovak2004@gmail.com

Günəş küləyi planetlərarası fəzada planetlərin fiziki və maqnit parametrlərinə təsir etdiyi kimi Günəş ləkələri, onların sayı, alışmalar və Günəşin Yer kürəsində yaratdığı maqnit qasırgılar radioelektro-texniki qurğulara və canlı aləmə təsirsiz ötürşür. Təhsilalanların tədris göstəricilərinə təsir edən faktorlar, problemlər və onların həlli yolları təhlili aparılmış, maqnit sahəsini xarakterizə edən konkret kəmiyyətə görə konkret faktorlar-azyaşlıların tədris davamiyyətinə təsiri araşdırılmışdır [1,2]. Aşağı yaşlı məktəblilərdə (9-11 yaş) Günəş aktivliyi azaldıqda davamiyyət əsaslı şəkildə azalır.

İşdə universitetdə təhsilalanların tədris göstəriciləri kimi davamiyyətləri, imtahan sessiyalarında müvəffəqiyyət və keyfiyyət göstəricilərinin Günəş küləyi parametrlərindən və maqnit qasırğa səviyyəsindən asılılığı tədqiq olunmuşdur. Tədqiqat obyektini kimi Fizika fakültəsinin təlim göstəriciləri götürülmüş, 2017-2023-ci illər üzrə yanvar və iyun ayları üçün imtahan müvəffəqiyyət və keyfiyyət göstəriciləri, 2023-cü il sentyabr-dekabr ayları üçün davamiyyət, eləcə də 2024-cü ilin yanvar ayı üçün müvəffəqiyyət və keyfiyyət göstəricilərinin Günəşdə ləkələrin, müxtəlif alışma növlərinin sayından asılılığı tədqiq olunmuş, hər biri üçün reqressiya ifadələri araşdırılmış, alınan diaqramlar əsasında orta qiymətlərdən kənara çıxmalar müəyyən edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, təhsilalanların tədris göstəriciləri Günəşlə bağlı parametrlərdən geomaqnit qasırğanın gücündən də asılıdır. 18-22 yaş qrupunda təhsilalanların təhsil göstəriciləri müəyyən formada, bilavasitə və ya dolay yolla Günəş atmosferinin parametrlərindən, Günəşdə ləkələrin və Tac Kütlə Atışlarının Yerdə yaratdığı geomaqnit qasırğanın gücündən asılıdır. Günəş ləkələrinin sayı, C sinif alışmaların sayı ilə düz mütənasibdir. Ləkələrin sayı, C və M sinif alışmaların sayı dəyişdikcə həmin günlər, qasırğanın qeydə alındığı gündən 3-4 gün əvvəl və qasırğadan sonrakı 3-4 gün ərzində imtahan nəticələri də müəyyən faizlə dəyişir. Günəşdə ləkələrin və alışmaların sayı artdıqca təhsilalanların davamiyyəti, müvəffəqiyyət və keyfiyyət göstəriciləri artması müşahidə olunur. Düşünülür ki, Günəş alışmaları insan orqanizminə təsir edir, yaratdığı dəyişikliklərlə onun fəaliyyətində normal haldan kənara çıxmalara səbəb olur. Davamiyyət üçün aşağıdakı reqressiya düsturunu almışıq və alınan ifadə real qiymətlərə yaxın nəticələr verir.

$$D=0,77866L+0,23544C-1,35486M+8,073X$$

TARİX	Dekabr 2022	Mart 2023	Aprel 2023	May 2023
Ləkələr sayı	94	85	72	121
C alışma sayı	264	158	218	303
M alışma sayı	32	19	9	54
X alışma sayı	0	2	0	0
D(real)%	94,42	94,81	94,42	93,73
D(req)%	91,99468	93,78928	95,1957	92,39374

Sadalanın hadisələr və tədqiqat göstərir ki, məhz geomaqnit şərait müxtəlif xarakterli fəvqəladə hallara gətirə bilər. Günəş aktivliyi insanları, onların fiziki və əqli fəaliyyətini stimullaşdırır, birbaşa və ya dolay yolla tədrisə davam etməsinə və nəticələrinə təsir edir. Günəşdə baş verən və verəcək hadisələrə insan bütün yaşam dövründə uyğunlaşmış, bu formada olan dəyişmələri yaşamışdır. Bu baxımdan Günəş hadisələri qorxu yaratmamalıdır. Günəş hadisələri daha mükəmməl öyrənilməli, öyrənilən faktlar gündəlik həyatda istifadə üçün tətbiq olunmalıdır.

Ədəbiyyat

1. Тестов Л. А. Влияние солнечной активности на успеваемость детей в начальных школах Г.Воронежский гу, 2019.
2. Яценко М. В., Кайгородова Н. З. Умственная работаспособность и функциональное состояние головного мозга у студентов младших курсов при разных уровнях солнечной активности. Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера» 2018, т10.

BÖLMƏ 2

MOLEKULYAR FİZİKA

BİOLOJİ PROBLEMLƏRİN HƏLLİNDƏ İNFORMASIYA TEKNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ

¹Mayılova A.A., ^{1,2}Rəhimzadə S.Q.*

¹Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi

*²Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri ETİ
mayilovaaytn@gmail.com*

Bioloji sistemlər və proseslər haqqında toplanmış məlumatların analizi biokimya, kimya və tibbin, həmçinin biologiya, informasiya elmləri, riyaziyyat və statistikanın inteqrasiyasından yaranan yeni və fənlərarası elm sahəsi olan bioinformatika sayəsində mümkündür. Bioinformatika bioloji problemlərin həllində informasiya texnologiyalarından istifadəyə əsaslanır və bioloji hadisələri molekulyar səviyyədə izah etməyə kömək edir [1]. Bioinformatika bioloji məlumatların yaradılması və saxlanması üçün verilənlər bazalarının yaradılmasıdır.

Bioloji problemlərin analizləri üçün kompüter proqramlaşdırma üsullarından istifadə edilir. Bioinformatikanın əsasında molekulyar modelləşdirmə dayanır. Xərçəng növlərinin müəyyən edilməsi, genomların funksiyalarını müəyyən etmək və s. molekulyar modelləşdirməyə əsaslanır. Molekulyar modelləşdirmə molekulların davranışını modelləşdirmək üçün istifadə olunan nəzəri hesablama metodudur. Bu metodlar dərman dizaynı, hesablama biologiyası, hesablama kimyası sistemləri də daxil olmaqla böyük bioloji molekulyar sistemləri öyrənmək üçün istifadə olunur. Molekulyar modelləşdirmə bioloji sistemlərin strukturunu, əsas xüsusiyyətlərini, termodinamikasını araşdırmaq üçün istifadə olunur [2].

Bioinformatikanın tibbdə də müxtəlif tətbiqləri var. Bioinformatikanın tibbdə tətbiqinə nəzər salsaq, əczaçılıq, terapiya və gen terapiyası, virusologiya, dərman dizaynı və s. danışa bilərik. Müxtəlif orqanizmlərdə metabolik və tənzimləmə yollarının oxşarlıqlarını araşdırmaq üçün molekulyar modelləşmənin tədqiqat üsullarından istifadə etməklə məlumat bankları yaradılmışdır. Bu üsulla genlər zülalları kodlayır və onların xassələrini DNT səviyyəsində müəyyən edir. Hər bir gen hüceyrədə müəyyən bir protein növünü ifadə edir. Beləliklə, eyni hüceyrə tipinə aid sağlam və xəstə hüceyrələri müəyyən etmək olar. Bu araşdırmalardan əldə edilən hərtərəfli məlumatlar xəstəliklərin diaqnostika və müalicəsində mühüm rol oynayır. Xüsusilə yoluxucu xəstəliklər üçün əczaçılıqda bioinformatika mühüm rol oynayır. Bioinformatikanın yeni dərman

dizaynlarında tətbiqi də geniş yayılmış tədqiqat sahəsidir. Bioinformatika potensial dərman hədəflərini müəyyən etməklə dərmanların kəşfi prosesini asanlaşdırır. Tədqiqatçılar genlərin, zülalların və metabolik yolların kütləvi məlumat dəstlərini təhlil edərək xəstəliyin inkişafı üçün vacib olan molekulları təyin edə bilirlər. Potensial dərmanların bu hədəflərlə qarşılıqlı əlaqəsini simulyasiya edərək, bioinformatika vasitələri uyğun dərman seçimindən həyati əhəmiyyət kəsb edən dərmanın seçiminə qədər olan prosesi sürətləndirir.

Bu gün inkişaf etmiş ölkələrdə səhiyyəyə ayrılan xərclərin 80%-i müalicə üçündür [3]. Bioinformatika sayəsində xəstəliklərin qarşısının alınmasında əhəmiyyətli irəliləyişlər əldə edilir. Bioinformatika dərmanların daha səmərəli kəşfinə imkan verməklə, fərdiləşdirilmiş müalicə planlarını asanlaşdırmaqla, profilaktik tədbirlərə rəhbərlik etməklə və gen terapiyasını təkmilləşdirməklə təbabətdə inqilab edir.

Ədəbiyyat

1. Bayat A. Science, medicine and the future: Bioinformatics. *BMJ*, 2002; 324 p: 1018-1022.
2. Gentleman RC, Carey VJ, Bates DM, Bolstad B, Dettling M, Dudoit S. ve ark. Bioconductor: open software development for computational biology and bioinformatics *Genome Biology* 2004; 5:R80 Volume 5, Issue 10.
3. <https://www.nbcnews.com/businessmain/countries-spend-most-health-care-618241>

NEYROMEDİN MOLEKULUNUN TETRAPEPTİD FRAQMENTİNİN MOLEKULAR DİNAMİKASI

Abdullayeva M.T., Əliyeva İ.N.*

Bakı Dövlət Universiteti

abdullaevamirnuhar@gmail.com

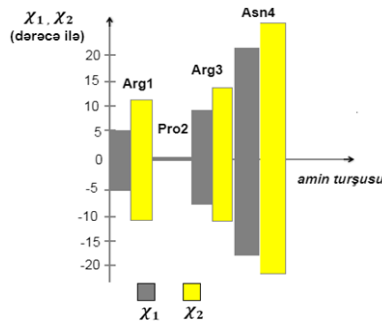
Müasir dövrdə molekulyar modelləşdirmə üsulları bioloji molekulların quruluşunun və atomlar arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvələrinin öyrənilməsinə və belə tədqiqatlar əsasında mürəkkəb molekulyar sistemlərin xassələrini və davranışlarını tədqiq etməyə və proqnozlaşdırmağa imkan verən vasitədir. Müxtəlif sistemlər və problemlər üçün istifadə edilə bilən və virtual təcrübələr apara bilən çoxlu sayda molekulyar modelləşdirmə üsulları və texnikası var. Buna misal olaraq molekulyar mexanika, kvant kimyəvi hesablamalar, molekulyar dinamika və molekulyar dokinq kimi üsulları göstərmək olar. Təqdim olunmuş işdə insan və heyvan organizminin müxtəlif orqanlarının hamar əzələlərindən alınmış və bioloji aktiv neyropeptidlər sinfinə aid neyromedin (NmU-8) molekulunun [1] Arg1-Pro2-Arg3-Asn4 tetrapeptid fraqmentinin kiçikenerjili dayanıqlı konformasiya hallarında aminturşu

qalıqlarının su mühitində yan zəncirlərinin dinamik çevrilmələri və ikiüzlü bucaqların dəyişmə intervalları müəyyən edilmişdir. Hesablamalar molekulyar dinamika üsulu ilə aparılmışdır. Tetrapeptid fraqmentinin atomları üçün Nyutonun hərəkət tənlikləri hesablanaraq molekulun fəzada hərəkət trayektoriyaları müəyyən edilmiş və yan zəncirləri üçün konformasiya keçidləri hesablanmışdır. Hesablamalar HyperChem 8.03 proqramlar paketi vasitəsi ilə aparılmışdır (<http://www.hyper.com/>).

Cədvəldə Arg1-Pro2-Arg3-Asn4 fraqmentinin dayanıqlı fəza quruluşunu xarakterizə edən enerji parametrləri təqdim edilmişdir. Nəticələrə əsasən minimal enerjiyə malik konformasiya halında fraqmentin bükük və sərt formada olması, onun tərkibində olan aminturşu qalıqlarının yan zəncirlərin mütəhərrikiyinin azalmasına səbəb olmuşdur (Şəkil).

Cədvəl. Arg1-Pro2-Arg3-Asn4 tetrapeptid fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyalarının enerjisi

N	Konformasiya	Enerji payları, kkal/mol				
		E_{tam}	$E_{q.v.}$	$E_{el.}$	$E_{tor.}$	E_{nisbi}
1	B ₂ RB ₃ R ₃₂	-15.9	-13.4	-4.1	1.6	0.0
2	B ₃ RR ₁ B ₁₁	-15.2	-12.8	-4.2	1.8	0.7
3	B ₃ RR ₂ R ₃₂	-13.8	-10.6	-4.2	0.9	2.0
4	B ₂ RR ₂ R ₃₂	-13.3	-10.7	-3.6	1.0	2.5
5	B ₃ RB ₃ R ₃₂	-14.3	-11.5	-4.1	1.2	1.5



Şəkil. Tetrapeptid fraqmentinin yan zəncirlərinin dəyişmə intervalı.

Belə ki, fraqmentin kiçikenerjili konformasiyalarının su mühitində molekulyar dinamika göstərmişdir ki, Arg1 və Arg3 aminturşu qalıqlarının yan zəncirlərinin χ_1 və χ_2 ikiüzlü bucaqların dəyişmə intervalı $-10 \div +12^\circ$ arasında, Asn4 isə $-23 \div +30^\circ$ arasında ola bilər. Alınmış nəticələr neuromedin NmU-8 peptidinin digər fraqmentlərinin və bütöv molekulunun tədqiqində istifadə oluna bilər.

Ədəbiyyat

1. Brighton P. J., Szekeres P. G., Willars G. Neuromedin U and its Receptors: Structure, Function, and Physiological Roles, Pharmacological Reviews, 2004, v.56, No.2, p.231-248

PENTAPEPTİD MOLEKULUNUN FƏZA QURULUŞU

Qəribova G.A., Əliyeva İ.N.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi

qeribovaqultekin35@gmail.com

Molekulun quruluşunun öyrənilməsi müasir təbiət elmlərinin, o cümlədən fizikanın qarşısında duran əsas problemlərdən biridir. Atom və molekullar arasında spesifik qarşılıqlı təsirlərin yaranması kimyəvi çevrilmələrin, bəzi hallarda isə yeni molekulların yaranmasına səbəb olur. Kompüter texnikasının modernləşdirilməsi və yeni hesablama proqramlarının yaradılması molekulyar modelləşdirmə üsullarının sürətli inkişafına mühüm dərəcədə təsir etmişdir. Belə üsullar klassik mexanikanın və kvant mexanikasının qanunlarına əsaslanaraq elektronların və nüvələrin hərəkətlərinin və qarşılıqlı təsirlərinin müxtəlif yanaşmalar əsasında modelləşdirilməsinə və riyazi tənliliklər vasitəsi ilə qiymətləndirilməsinə imkan verir.

Təqdim olunmuş işdə molekulun mexaniki modeli əsasında atom-atom potensial funksiya yaxınlaşmasına əsaslanan nəzəri konformasiya analizi üsulu ilə beş amin turşu qalığından ibarət molekulunun üçölçülü quruluşu və konformasiya imkanları tədqiq olunmuşdur. Tədqiqat obyektini katexolaminlərin (dofamin, adrenalin, noradrenalin və s.) biosintezində iştirak edən tirozinhidroksilaza (tirozin-3-monooksiginaza) fermentinin N-uclu domeninə daxildir [1]. Fraqmentə daxil olan amin turşu qalıqlarının yan zəncirlərinin və funksional qrupların əsas zəncirin mütəhərriqliyinə təsiri öyrənilmişdir. Hesablamalar HyperChem 8.03 proqramlar paketi əsasında aparılmışdır. Pro1-Gln2-Ala3-Lys4-Gly5 pentapeptid fraqmentinin fəza quruluşu müvafiq N-asetil-L-metilamid monopeptidlərin kiçikenerjili dayanıqlı konformasiyalarına uyğun əsas zəncirin φ , ψ , ω və yan zəncirlərin χ_1 , χ_2 , χ_3 bucaqlarının optimal vəziyyətləri nəzərə alınmaqla modelləşdirilmişdir. Hesablamalar tam enerjinin minimizasiyası üçün seçilmiş ilkin 380 quruluş üzərində aparılmışdır. Alınmış nəticələr əsasında oktapeptid fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyalarda hər bir qarşılıqlı təsir qüvvələrinə uyğun gələn enerjilər (E_{tam} -tam, $E_{\text{q.v.}}$ -qeyri-valent, $E_{\text{el.}}$ -elektrostatik, $E_{\text{tor.}}$ -torsion) hidrogen rabitələrin əmələ gəlməsi, həmçinin müxtəlif funksional qruplar arasındakı məsafələr və daxili fırlanma bucaqlarının ədədi qiymətlərinin dəyişmə intervalı müəyyən edilmişdir. Belə ki, Gln2 və Lys4 amin-turşu qalıqlarının yan zəncirlərinin yüksək mütəhərriqliyi müəyyən edilmişdir. Cədvəldə pentapeptid fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyaları, tam enerjiləri və ayrı-ayrı qarşılıqlı təsirlərin enerji payları təqdim edilmişdir.

Cədvəl. Pro1-Gln2-Ala3-Lys4-Gly5 pentapeptid fraqmentinin dayanıqlı konformasiyalarının enerjisi

N	Konformasiya	Enerji payları, kkal/mol				
		E_{tam}	$E_{\text{q.v.}}$	$E_{\text{el.}}$	$E_{\text{tor.}}$	E_{nisbi}
1	RR ₃₁₂ RR ₃ R	-13,7	-21,4	2,8	4,9	0,0
2	RR ₂₁₂ RR ₃ P	-13,8	-19,2	1,2	4,2	0,1

3	BB ₂₁₂ RR ₂ L	-13,3	-19,0	1,2	4,5	0,5
4	RR ₂₂₁ RR ₂ L	-13,1	-20,0	2,2	4,7	0,7
5	RR ₂₂₂ LB ₃ P	-12,6	-17,5	1,6	3,3	1,2
6	RB ₁₃₁ RB ₃ L	-12,5	-19,3	2,6	4,2	1,2

Hesablamalar göstərdi ki, 0÷2 kkal/mol nisbi enerji intervalına peptid zəncirinin on iki mümkün şeyplərindən yalnız altısı daxildir. Bu zaman bükük formada olan strukturlar enerji cəhətdən daha əlverişlidir. Bunun əsas səbəbi fraqmentin daxilində olan prolin amin turşusunun peptid zəncirinin mütəhərrikiyinin məhdudlaşdırılması ilə əlaqədardır. Pentapeptidin global konformasiyası RR₃₁₂RR₃R formasına uyğundur və onun tam enerjisi -13,7 kkal/mol təşkil edir. Bütün dayanıqlı konformasiyalarda qeyri-valent qarşılıqlı təsirlərin enerjisi -17,5÷-21,4 kkal/mol intervalında dəyişir. Alınmış nəticələr tirozinhidroksilaza molekulunun quruluş-funksiya əlaqələrinin tədqiqində istifadə oluna bilər.

Ədəbiyyat

1. Colette Daubner S. C, Tiffany Le, and Wang Sh. Arch Biochem Biophys., 2011, v.508(1), p.1-12.

FİTOMELANİNLƏRİN DƏMİR İONLARI İLƏ KOMPLEKS BİRLƏŞMƏLƏR ƏMƏLƏ GƏTİRMƏSİ

Rəhimova G.R., Bağirov R.M.*

Bakı Dövlət Universiteti

Glsnrhmv2003@gmail.com

Son zamanlar mikroelementlərin (onlar bir sıra mənbələrdən biometallar və ya həyat elementləri də adlandırılır) bioloji aktiv üzvi liqantlarla kompleks birləşmələrinin alınması, onların struktur xüsusiyyətlərinin araşdırılması, bu tip birləşmələrin bioloji aktivliyi ilə kimyəvi quruluşu arasında korrelyasiyanın müəyyən edilməsi geniş tədqiqatçı kütlələrinin artan maraq dairəsindədir. Bu ilk növbədə onunla əlaqədardır ki, onlar artıq elm və texnikanın müxtəlif sahələrində o cümlədən biotexnologiyada, təbabətdə, farmakologiyada, torpaqsünaslıqda özlərinə inamlı tətbiq sahələri tapmışlar.

Tədqim olunan iş *visia faba* soya bitkisinin toxumlarının qabığından qələvi mühitdə ekstraksiya və turş mühitdə çökdürmə yolu ilə ayrılmış melanin piqmentinin (fitomelanin) FeSO₄ məhlulunda otaq temperaturunda inkubasiya metodu ilə alınmış kompleks birləşməsinin bir sıra struktur xüsusiyyətlərinin spektroskopik üsullarla tədqiqinə həsr olunmuşdur.

Melanin piqmentini ayırmaq üçün *visia faba* soya bitkisinin toxumları distillə olunmuş su ilə bir neçə dəfə yuyulduqdan sonra şişmək üçün 2 sutka otaq temperaturunda suda saxlanılmışdır. Bundan sonra toxumların qabığı gövdədən ayrılmış və yaxşı havalanma şəraitində qurudulmuşdur. Qurudulmuş qabıqlar iri həcmli kolbaya qablaşdırılmış və üzərinə bir litr həcmində 1N KOH məhlulu (Ph=13) əlavə edilmiş və maqnit qarışdırıcısı üzərində 40° S temperaturda

PH=13 olmaqla 6 saat ərzində ekstraksiya edilmişdir. Sonra ekstraktın üzərinə “kimyəvi təmiz” təmizlik dərəcəsinə malik H_2SO_4 məhlulu damcı-damcı əlavə edilməklə turşuluq Ph=4,5-ə çatdırılmışdır. Bu zaman lopa şəkilli çöküntü ayrılmağa başlanılmışdır. Çöküntü ekstraktın sentrifüqanın köməyi ilə ayrılmış (4000g, 20 dəq.) sonra həmin Ph-da bidistillə edilmiş su ilə yuyularaq yenidən çökdürülmüşdür. Alınmış çöküntünün təsnifatı məqsədi ilə onun İQ- və EPR-spektrləri qeyd edilmişdir. İQ- və EPR spektrlərinin parametrlərinin qiymətlərinin elmi mənbələrdə sintetik L-DOFA – melaninlər üçün məlum olan uyğun spektrlərin parametrlərinin qiymətləri ilə çox yaxınlıq təşkil etməsi bizə ayrılmış pıqmentlərin fitomelanin olmasına güman etməyə imkan vermişdir.

Dəmir ionlarının fitomelaninlərlə kompleks birləşməsi yeni ayrılmış pıqmentin “Kimyəvi təmiz” təmizlik dərəcəsinə malik 1N $FeSO_4$ məhlulunda otaq temperaturunda müntəzəm qarışdırılmaqla inkubasiya metodu ilə alınmışdır. Alınmış kompleks suspenziyadan sentrifüqanın köməyi ilə (4000g, 20dəq.) ayrılmış, daha sonra 2 dəfə həmin Ph-da bidistillə edilmiş su ilə yuyularaq çökdürülmüş və eksikatora $CaCl$ üzərində qurudulmuşdur.

Inkubasiya üçün istifadə olunan ilkin məhlul ($FeSO_4$) çökdürüldükdən sonra çöküntü üzərində qalan məhlul (supernatant) və ayrılmış pasta şəkilli çöküntünün QR-spektrləri maye azot temperaturunda qeyd olunmuşdur. Spektrlərin təhlili göstərmişdir ki, fitomelaninlər dəmir ionları ilə effektiv surətdə kompleks birləşmə əmələ gətirir. Fe^{2+} ionları ilə qarşılıqlı təsir zamanı fitomelaninlər onları qismən Fe^{3+} ionlarına qədər oksidləşdirir və həm Fe^{2+} , həm də Fe^{3+} ionları ilə koordinasiya rabitəli, zəif təhrif olunmuş oktaedrik liqant əhatəli kompleks birləşmə əmələ gətirir. Dəmir ionlarına münasibətdə fitomelaninlər özlərini zəif sahəli liqantlar kimi aparır.

Dəmir ionlarının polimerin həcmində paylanması məcazi mənada desək adacıqlar əmələ gətirir. Güman etmək olar ki, bu adacıqlar çox mərkəzli ($N \geq 2$) klasterlər əmələ gətirir. Beləliklə kompleks birləşmənin daxilində dəmir ionları qeyri-bərabər paylanır. Bir-birinə kifayət qədər yaxın yerləşmiş Fe^{3+} ionları arasında effektiv spin-spin qarşılıqlı təsiri nəticəsində elektronların sürətli spin relaksasiyası baş verir.

HEPTAPEPTİD MOLEKULUN DAYANIQLI KONFORMASİYALARININ TƏDQIQI

Qasıмова H.H., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti

henifeqasimova20@gmail.com

Müasir nanotexnologiyanın tibb sahəsində zədələnmiş toxumaların müalicəsində istifadə edilən yeni dərman preparatlarının tapılması və onların tətbiqində kifayət qədər müvəffəqiyyət əldə edildi. Xəstə hüceyrələrin terapiyasında istifadə edilən dərmanların aşağı terapevtik təsirə malik olduğu

məlumdur və onların istifadəsinin effektivliyi yüksək ümumi toksiklik, bədən-dəki metabolik qeyri-sabitlik və lazımi hüceyrəsinə zəif nüfuz ilə məhdudlaşır. Bu cür problemləri həll etmək üçün dərmanı fermentlərin təsirindən qoruyacaq və bioloji mayelərdə, məsələn qanda biodestruksiyasının qarşısını alacaq dərmanların daşıyıcılarından istifadə olunur. Bir sıra fundamental əsərlərdə bu cür dərmanların daşıyıcısı kimi liposomların əsas olduğu göstərilmişdir. Liposomlara daxil olan maddə yalnız dərmanı effektiv şəkildə köçürmür, həm də liposomlardan tədricən sərbəst buraxılması səbəbindən dərmanın təsir müddətini artırmağa kömək edir. Tədqiq etdiyimiz molekul 7 amin turşu ardıcılığından ibarət olub, buna misaldır.

Yeddi amin turşu ardıcılığından (His-Ala-Ile-Tyr-Pro-Arg-His) ibarət olan dərman peptidinin fəza quruluşunu öyrənərkən 376 konformasiya aşkar edilmişdir. Tədqiqatlar göstərir ki, hesablanmış konformasiyalardan əksəriyyətinin enerjisi böyük olmuşdur. Tədqiq olunan bu konformasiyalardan 0 – 7 kkal/mol enerji intervalına yalnız on dörd konformasiya düşmüşdür. Stabil konformasiyalar üçün hesablanmış tam enerjilərin qiymətləri $-19,0 \div -25,7$ kkal/mol enerji intervalında dəyişirlər. Göründüyü kimi, tədqiq olunan konformasiyalar bir-birindən ümumi enerjiyə verilən ayrı-ayrı enerji payları ilə, əsas və yan zəncirin ikiüzlü bucaqlarının qiymətləri ilə, həmçinin, hidrogen rabitələrinin qiymətləri ilə fərqlənirlər. Dayanıqlı fəza quruluşlarının stabilləşməsində tripeptid və tetrapeptid fraqmentlərin atomlarının qeyri-valent qarşılıqlı təsir enerjilərinin payı çoxdur.

Cədvəl 1-də heptapeptidin optimal konformasiyalarının forma və şeypləri, qeyri-valent qarşılıqlı təsir enerjiləri, elektrostatik qarşılıqlı təsir enerjiləri, torsion potensialın qiymətləri, ümumi enerjiləri və eləcə də nisbi enerjilərinin qiymətləri göstərilmişdir.

Cədvəl 1

No	Şeyplər	Formalar	E_{q-v}	E_{el}	E_{tors}	$E_{ümumi}$	E_{nisbi}
1	efeefe	B ₁ RB ₁ B ₃ RB ₃ B ₃	-24.6	2.0	5.8	-25.7	0.0
2	efeeff	B ₂ RB ₂ B ₃ RR ₁ R ₂	-23.4	2.5	5.2	-25.0	0.7
3	efeeee	B ₂ RB ₃ B ₃ BB ₃ R ₂	-21.5	2.9	6.1	-23.1	2.6
4	effefe	B ₁ RRB ₃ RB ₂ R ₃	-31.6	3.0	6.2	-22.8	2.9
5	eefefe	B ₂ BRB ₁ RB ₁ R ₁	-39.2	3.8	4.5	-21.9	3.8
6	eeefe	B ₂ BB ₂ B ₁ RB ₃ R ₃	-20.0	3.3	6.8	-21.6	4.1
8	ffeefe	R ₃ RB ₂ B ₁ RB ₃ B ₃	-30.3	3.4	6.7	-20.2	5.5
9	ffeef	R ₁ RB ₃ B ₃ BR ₃ R ₁	-39.1	3.7	6.8	-20.2	5.6
10	fffeff	R ₁ RRB ₃ RR ₃ R ₁	-29.3	4.2	5.2	-20.1	5.7
11	eefe	B ₁ BRB ₃ RR ₃ R ₂	-27.2	3.6	4.1	-19.6	6.1
12	efeeef	R ₃ RB ₃ B ₃ BR ₂ R ₁	-29.9	3.1	6.3	-19.4	6.3
13	ffeeff	R ₁ RB ₃ B ₂ RR ₃ R ₁	-39.0	3.8	6.9	-19.1	6.5
14	eeeeef	B ₃ BB ₁ B ₁ BR ₃ B ₂	-28.0	3.2	6.7	-19.0	6.6

Ədəbiyyat

1. Аббасова Г. Д., Алиева И. Н., Омарова А. И., Моделирование пространственной структуры и конформационные свойства пептида T7 //“Fizikanın müasir problemləri” V Respublika Elmi Konfransı, 16-17 dekabr, 2018, s.175-177.

ClH MOLEKULUNUN MOLEKULYAR ORBITALLARI

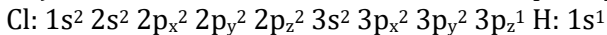
Demirtaş E.T., Paşayev F.H.*

*Bakı Dövlət Universiteti
ecemnurdemirtash@gmail.com*

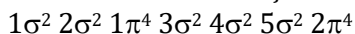
Molekulların antisimetriya şərtini və Pauli prinsipini ödəyən tam dalğa funksiyası determinant şəklində axtarılır. Determinant dalğa funksiyalarının hər bir elementi birelektronlu dalğa funksiyasıdır və onlar molekulyar spin orbitalları adlanırlar. Molekullarda spin orbital qarşılıqlı təsir zəif olduqda molekulyar spin orbitalları molekulyar orbitallar ilə (U_i) elektronun spin funksiyasının hasili kimi axtara bilərik. Molekulyar orbitalları, molekuldakı atomların atom orbitallarının xətti kombinasiyası şəklində axtara bilərik:

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

Molekulyar orbitalları qurarkən adətən elektron olan atom orbitallarından istifadə olunur. İşdə ClH molekulu üçün molekulyar orbitalların ifadələri tapılmışdır. Cl və H atomlarının elektron konfigurasiyaları:



Burada, $m=0$ olanlar σ elektronlardır və sayları onların 10-dur. Hər σ orbitalda maksimum 2 ədəd elektron yerləşə bilər. $m=1$ olanlar π elektronlardır və onların sayları 8-dir. Hər π orbitalda maksimum 4 ədəd elektron yerləşə bilər. ClH molekulu üçün elektron konfigurasiyası aşağıdakı şəkildə olacaqdır.



Tənlik (1)-ə əsasən ClH molekulu üçün molekulyar orbitalların analitik ifadəsi aşağıdakı şəkildə olacaqdır:

$$U_1 = 0,998227\chi_{1s}(Cl) + 0,005813\chi_{2s}(Cl) + 0,000081\chi_{2p_z}(Cl) - 0,000791\chi_{3s}(Cl) + 0,000004\chi_{3p_z}(Cl) - 0,00004\chi_{1s}(H)$$

$$\varepsilon_1 = -105,081088 \text{ a. v.}$$

$$U_2 = -0,324485\chi_{1s}(Cl) + 1,050911\chi_{2s}(Cl) + ,014116\chi_{2p_z}(Cl) - 0,006595\chi_{3s}(Cl) - 0,000193\chi_{3p_z}(Cl) + 0,00393\chi_{1s}(H)$$

$$\varepsilon_2 = -10,389601 \text{ a. v.}$$

$$U_3 = -0,004846\chi_{1s}(Cl) + 0,015757\chi_{2s}(Cl) - 0,987095\chi_{2p_z}(Cl) - 0,006808\chi_{3s}(Cl) - 0,048202\chi_{3p_z}(Cl) + 0,010853\chi_{1s}(H)$$

$$\varepsilon_3 = -7,853857 \text{ a. v.}$$

$$U_4 = -0,988860\chi_{2p_x}(Cl) - 0,040939\chi_{3p_x}(Cl)$$

$$\varepsilon_4 = -7,847096 \text{ a. v.}$$

$$U_5 = -0,988860\chi_{2p_y}(Cl) - 0,040939\chi_{3p_y}(Cl)$$

$$\varepsilon_5 = -7,847096 \text{ a. v.}$$

$$U_6 = -0,073342\chi_{1s}(Cl) + 0,269817\chi_{2s}(Cl) + 0,046630\chi_{2p_z}(Cl) - 0,905463\chi_{3s}(Cl) - 0,128384\chi_{3p_z}(Cl) - 0,194626\chi_{1s}(H)$$

$$\varepsilon_6 = -0,985307 \text{ a. v.}$$

$$U_7 = -0,032026\chi_{1s}(Cl) + 0,097812\chi_{2s}(Cl) - 0,203102\chi_{2p_z}(Cl) - 0,574620\chi_{3s}(Cl) + 0,608465\chi_{3p_z}(Cl) + 0,618241\chi_{1s}(H)$$

$$\varepsilon_7 = -0,527391 \text{ a. v.}$$

$$U_8 = 0,300848\chi_{2p_x}(Cl) - 1,032801\chi_{3p_x}(Cl)$$

$$\varepsilon_8 = -0,388852 \text{ a. v.}$$

$$U_9 = 0,300848\chi_{2p_y}(Cl) - 1,032801\chi_{3p_y}(Cl)$$

$$\varepsilon_9 = -0,388852 \text{ a. v.}$$

$$U_{10} = 0,025043\chi_{1s}(Cl) - 0,057392\chi_{2s}(Cl) - 0,247742\chi_{2p_z}(Cl) + 0,609651\chi_{3s}(Cl) + 0,998410\chi_{3p_z}(Cl) - 1,142700\chi_{1s}(H)$$

$$\varepsilon_{10} = 0,344225 \text{ a. v.}$$

χ_q - Atom orbitallarıdır. Atom orbitalları olaraq eksponensial xarakterli Sleyter funksiyalarından istifadə edilə bilər. [1] Bu funksiyaların ifadələri məlum qaydalar əsasında hesablanır. Molekulyar orbitalların ifadəsindəki naməlum C_{qi} əmsallarının qiymətləri molekullar üçün Xatri-Fok-Rutan tənliklərinin həllindən tapılır və “Nanomaterialların kimyəvi fizikası” kafedrasının əməkdaşlarının tərtib etdikləri kompüter proqramlarından istifadə edilmişdir. Molekulyar Orbitalların analitik ifadələri ClH molekulunun müxtəlif parametrlərini nəzəri hesablamağa imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Paşayev F. H., Həsənov A. Q. (2013). Atom və molekul fizikasında riyazi metodlar, Bakı, 123 s.

BLAST 1 MOLEKULUNUN FƏZA QURULUŞUNUN HƏNDƏSİ PARAMETRLƏRİNİN TƏDQIQI

Aslanov M.A., Vəliyeva L.İ.*

Bakı Dövlət Universiteti
muradaslanov2003@gmail.com

Allatostatinlər ailəsinə mənsub peptid təbiətli BLAST 1 molekulu 6 amin turşusundan ibarət olub, Leu1-Tyr2-Asp3-Phe4-Gly5-Leu6-NH2 xətti ardıcılığa malikdir [1]. Bu molekulun fəza quruluşunun əsas elementlərindən biri olan həndəsi parametrlərini - φ , ϕ , ω və χ ikiüzlü bucaqlarını müəyyən etmək üçün, illərin sınağından çıxmış nəzəri konformasiya analizi üsulundan istifadə

olunmuşdur [2,3]. Bu üsul, müəlliflər tərəfindən atom-atom potensial funksiyalar üsulu, molekulyar mexanika üsulu və s. kimi də adlandırılır. Nəzəri konformasiya analizi üsulunda molekula atomlardan ibarət sistem kimi baxılmasına baxmayaraq, onun nüvə-elektron quruluşu burada nəzərə alınmır və molekulu tədqiq etmək üçün, o kiçik fraqmentlərə bölünür. Əvvəlcə həmin fraqmentlərin fəza quruluşu tədqiq edilir. Sonra bu nəticələr əsasında, bütöv molekulun fəza quruluşunun əsas parametrləri müəyyənləşdirilir.

Şəkildə molekulun fraqmentlərə bölünməsi sxematik verilmişdir.

Leu1-Tyr2-Asp3-Phe4-Gly5-Leu6-NH2



Allatostatinlər ailəsindən olan bütün molekulların, o cümlədən BLAST 1 molekulunun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar yuvenil (cavan) hormonların sintezini ingibirləşdirən (yəni onun yaranmasının qarşısını alan) ən güclü molekuldur. Bu səbəbdən də, *Blattella germanica* tarakanlarının beyin ekstraktından izolə edilmiş BLAST 1 molekulunu həşəratın inkişafının qarşısını alaraq, onun ətraf mühitə zərər vermədən məhvinə səbəb ola bilirlər. Məhz bu fakt alimlər tərəfindən böyük marağa səbəb olmuşdur.

BLAST 1 molekulunun fəza quruluşunu tədqiq etmək üçün, onun təşkil olunduğu amin turşuların fəzada tuta biləcəkləri bütün mümkün hallar nəzərə alınaraq, hesaba 648 ilkin konformasiya buraxılmışdır. Bunlardan yalnız 97 konformasiya (0-5) kkal/mol nisbi enerji intervalına düşür. Ardıcılıqda iri yan zəncirlərə malik Leu, Tyr və Phe amin turşularının olması, bu molekulun fəza quruluşunun sərbəstliyinin məhdudlaşmasına və əsas zəncirlə güclü hidrogen rabitələrinin yaranmasına gətirib çıxarır. Yan zəncirə malik olmayan Gly amin turşusu isə, molekul daxili sərbəstliyi artırmağa çalışsa da, ardıcılığı həm birinci, həm də sonuncu hissəsində Leu amin turşusunun olması, onun möhkəm qablanması səbəb olur.

BLAST 1 molekulunun ikiüzlü bucaqlarının təhlili isə bu molekulun kiçikenerjili konformasiyalarında α -quruluşun yaranmasını görsədir.

Ədəbiyyat

1. Belles X., Maestro J. L., et al. "Allatostatic neuropeptides from the Cockroach *Blattella-Germanica* (L) (Dictyoptera, Blattellidae): - Identification, Immunolocalization and Activity". *Regulatory Peptides*, 1994, p.234-247
2. Шерман С. А., Андрианов А. М., Ахрем А. А. Конформационный анализ и установление пространственной структуры белковых молекул, Мн., "Наука и техника", 1989, с.62-63
3. Чипенс Г. И., Полевая Л. К., Веретинникова Н. И., Крикис А. Ю. Структура и функции низкомолекулярных пептидов, Рига, Зинатне, 1980, 328 с.

TRİPEPTİD FRAQMENTİNİN DAYANIQLI KONFORMASIYALARININ ENERGETİK PARAMETRLƏRİ

Məmmədova S.Z., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti

sonamemmedova667@gmail.com

Peptidlər amin turşularından ibarət olan birləşmələrdir. Bu amin turşuları zəncir əmələ gətirərək üzvi maddələri təşkil edir. İnsan orqanizmi onun çox hissəsini özü sintez edir, daha azını isə qidadan alır. Onların əhəmiyyəti elmi və tibbi sahələrdə geniş şəkildə müzakirə olunur. Peptidlər canlı orqanizmlərin həyat fəaliyyətini qorumaq üçün tələb olunan maddələrdir.

Amin turşuları bir-biri ilə peptid rabitəsi ($-\text{CO} - \text{NH}$) əmələ gətirərək birləşir. Buna görə də onlar karbon, oksigen, azot və hidrogendən əmələ gəlir.

Zülalın yaranması üçün 50-dən çox amin turşusu lazımdır. Bir molekulda 2-dən 50-yə qədər amin turşusu varsa, söhbət peptiddən gedir.

Konformasiya xüsusiyyətlərinə görə kiçik molekuldu peptidlər sintetik - süni oliqomerlərdən və həmçinin zülal molekullarından fərqlənir. Molekulu təşkil edən birləşmələr müxtəlif enerjilərə malik olur.

Üzvi birləşmələrin molekullarında atomlar və ya atom qruplarının sadə rabitələr ətrafında rabitələri qırılmamaq şərti ilə fırlanması nəticəsində müxtəlif fəza quruluşları yaranır. Yaranan fəza quruluşları həndəsi parametrlərinə görə fərqlənilir. Peptidin fəza quruluşunu tədqiq edərək ilk növbədə onun mümkün olan kiçik enerjili konformasiyalarını müəyyən etmək lazımdır. Müəyyən olunmuş kiçik enerjili konformasiyalar peptidin fizioloji aktiv funksiyalarını təsvir edir.

Tripeptid Val-Asn-Asp fraqmentinin fəza quruluşunu öyrənərkən molekulun 216 konformasiyaları tədqiq edilmişdir. Aparılan tədqiqatlara görə müəyyən olunmuşdur ki, molekulun bir çox konformasiyaları energetik cəhətdən əlverişli olmamışdır. Nəzərdən keçirilmiş formalara uyğun dörd şey müəyyən edilmişdir. Tritpeptid molekulun valin, asparagin turşusu və asparagin amin turşu qalıqları ardıcılığı üçün əsas zəncirin iki əsas R və B formaları və eyni zamanda ff, fe, ee, ef şeyplərinə uyğun konformasiyaları energetik cəhətdən daha əlverişli olmuşdur.

Cədvəl 1.

Nö	Əsas zəncirin formaları	E_{q-v}	E_{el}	E_{tors}	$E_{üm}$	E_{nisbi}
1.	$R_2B_2R_{21}$	-33,7	9.6	3,6	-19,6	0.7
2.	$R_2B_2R_{23}$	-33,7	10.6	2,7	-20,3	0.0
3.	$R_2B_2B_{11}$	-32,9	11.6	3,2	-17,3	3.0
4.	$R_1B_2B_{11}$	-33,0	12.9	4,2	-17,4	2.9
5.	$R_2R_2R_{22}$	-38,7	16.0	5,0	-19,7	0.6
6.	$R_2R_3R_{21}$	-36,1	15.7	4,9	-19,5	0,8
7.	$R_2R_2B_{22}$	-30,8	12.2	3,5	-18,3	2.0

8.	R ₁ B ₂ R ₂₁	-38,3	11.5	4,4	-20,1	0.2
9.	B ₂ R ₂ R ₃₃	-32,2	7.7	6,1	-18,5	1.8
10.	B ₃ R ₂ R ₂₁	-30,8	8.3	5,3	-17,2	3.1
11.	R ₃ R ₂ B ₂₁	-29,1	10.0	4,3	-17,8	2.5
12.	R ₂ R ₃ B ₃₃	-30,2	9.5	4,6	-19,0	1.3
13.	R ₂ R ₂ B ₂₃	-29,6	9.6	4,6	-19,3	1.0
14.	R ₁ R ₁ B ₁₁	-28,9	10.2	3,3	-19,6	0.7

Tripeptid molekulun müəyyən olunmuş konformasiyalarından 0-3 kal/mol enerji intervalına yalnız 14 konformasiya düşmüşdür. Molekulun dayanıqlı konformasiyalarının energetik parametrləri cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Аббасова Г. Д., Алиева И. Н., Годжаев Н. М. // Конформационно - динамические свойства молекулы CREKA. İnformasiya- Kommunikasiya Texnologiyalarının Tətbiqi, 3-cü Beynəlxalq Konfrans, 14-16 Okt.,2014, s.148-152.

TƏRKİBİNDƏ AĞIR METAL İONLARI OLAN SULU MƏHLULLARDA ZÜLAL MAKROMOLEKULLARININ AQRƏQASIYA PROSESLƏRİ

Bağirova N.N., Hacıyeva Ş.N.*

Bakı Dövlət Universiteti

nushabebağirova6@gmail.com

Zülal makromolekullarının molekullararası qarşılıqlı təsiri və dinamikası müxtəlif bioloji sistemlərin fəaliyyətində son dərəcə mühüm rol oynayır. Müasir həyat şəraitində bu sistemlərə müxtəlif mənfi amillərin və zəhərli təsirlərin qaçılmaz təsirini öyrənmək xüsusilə maraqlıdır. Bunlar arasında ağır metalların (AM) təsirlərinə xüsusi diqqət yetirilməlidir. Müxtəlif zülalların və tərkibində ağır metal ionları olan fermentlərin məhlullarında molekulyar strukturların - dipol zülal klasterlərinin əmələ gəlməsi aşkar edilmişdir. Tərkibində ağır qələvi metalların ionları olan müxtəlif zülalların - sezium, rubidium, həmçinin mis, kadmium, qurğuşun və s. məhlullarında müxtəlif optik üsullardan (ışığın səpilməsi, foton korrelyasiya spektroskopiyası və flüoresan qütbləşməsi) istifadə etməklə zülal nanostrukturlarının əmələ gəlməsi tədqiq edilir. Cs⁺, Rb⁺, Cd⁺, Ce⁺, Pb²⁺, Eu³⁺ və K⁺ kimi böyük radiuslu ionlar öz səthində suyu saxlaya bilməz, çünki ionun yükü ilə dipol su molekulu arasındakı qarşılıqlı təsir enerjisi ion radiusunun dördüncü qüvvəsi ilə tərs mütənəsbdir. Buna görə də, belə ionlar su örtüyü olmadan birbaşa zülalın səthindəki mənfi yüklərə bağlanır. Bu cür ionların konsentrasiyası artdıqda, zülal səthinin elektrik boşalması anı baş verir. Bu zaman zülal makromolekulları arasında Kulon itələmə qüvvəsi əvəzinə dipol-dipol qarşılıqlı təsiri yaranır. Bu proses yalnız zülallar və fermentlər üçün mümkündür, çünki yalnız onların min Debay

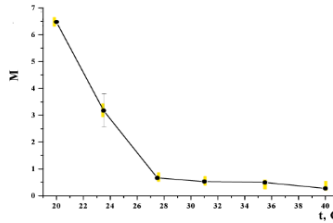
qiymətinə çatan nəhəng dipol momentləri var. Güclü dipol-dipol qarşılıqlı təsir modeli əsasında zülal makromolekullarının aqreqasiya hadisəsini izah etmək üçün fiziki modellər mövcuddur. Debayın nəzəriyyəsinə görə, eksperimental olaraq ölçülən Reley səpilmə əmsalından istifadə etməklə

$$R_{90} = \frac{I_{90} r^2}{I_0 \Omega} = \frac{2\pi^2 n_0^2}{\lambda_0^4 N_A} \left[\frac{dn}{dc} \right]^2 cM$$

osmotik təzyiqin c konsentrasiya dərəcələrindən asılılığını nəzərə alaraq, qeyri-ideal seyrəkləşmiş məhlullar üçün səpilən hissəciklərin M kütləsini və molekullararası qarşılıqlı təsir əmsalını B təyin etmək mümkündür.

$$B = \frac{V_1}{M_2^2} \left[\frac{Z^2}{4m_3} + \frac{\beta_{22}}{2} - \frac{\beta_{23}^2 m_3}{4 + 2\beta_{33} m_3} \right]$$

İon kütləsi (m_3) artdıqca məhluldakı yüklü zülal molekulunun ətrafında Kulon qarşılıqlı təsirli əks-ionlar buludu yaranır; B əmsalı azalır və tamamilə yüksüz molekullar üçün xarakterik olan qiymətə malik olur. Müəyyən edilmişdir ki, səpilən hissəciklərin kütləsi zülalın səthi yükünün dəyişməsi ilə sabit qalır, zülalın izoelektrik nöqtəsi yaxınlığında maksimum qiymətə malikdir və məhlulda AM duzunun konsentrasiyası artdıqca artır. Bu isə böyük molekulyar aqreqatların əmələ gəlməsini göstərir. Həmçinin, səpilən hissəciklərin effektiv kütləsi temperaturun artması ilə təxminən bir tərtib sırası ilə azalır.



Şəkil 1. Albuminin qurğuşun asetat məhlulunda ($\mu=0,00105$ mol/l) səpilən hissəciklərin M kütləsinin temperaturdan asılılığı

Metallın ion radiusunun ölçüsünün molekullararası qarşılıqlı təsirlərə və məhluldakı kollagen molekullarının hərəkətliliyinə təsiri müəyyən edilmişdir. Ağır metalların təsiri altında insan qanında zülal qruplarının əmələ gəlməsi əsas qan zülallarının həm daşınma, həm də immun funksiyalarının pozulmasına gətirib çıxarır.

Ədəbiyyat

1. Евсеевичева А. Н., Петрова Г. П., Петрусеви́ч Ю. М., Тен Д. И. «Токсическое воздействие ионов тяжелых металлов на белки плазмы крови» // Вестник МГУ.

PROPİL SPİRTİNİN SULU MƏHLULLARININ STRUKTUR TEMPERATURU

Əzizova A.R., Həsənov A.Ə.*

Bakı Dövlət Universiteti

azizovaaysel98@gmail.com

XX əsrin 70-80-ci illərində Ueberreyter suyun və bir sıra sulu məhlulların özlülüklərinin temperaturdan asılılığını daha yüksək dəqiqliklə ifadə etmək üçün çox saylı empirik düsturlardan biri olan Vogel düsturundan

$$\eta(T) = \eta_0 e^{\frac{B}{T-T_{str.}}} \quad (1)$$

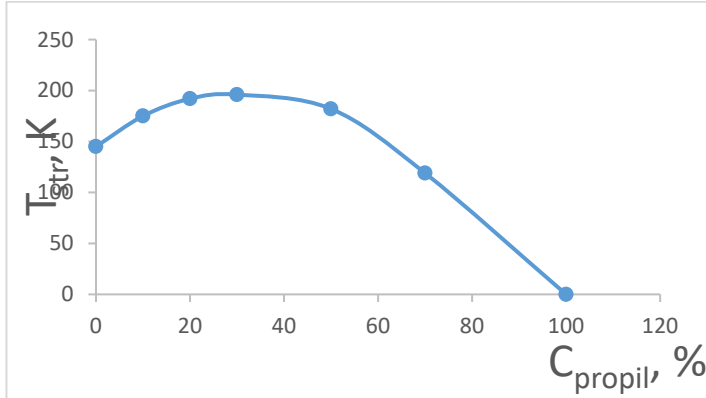
istifadə etmişdir [1]. Ueberreyter bu düsturdan istifadə edərkən belə bir aşkar ideyaya əsaslanmışdı ki, hidrogen rabitələrinin mövcudluğu hesabına su və sulu məhlulların özlülüüyü temperaturun azalması ilə struktursuz mayelərə nisbətən daha sürətlə artır və özlülüyn sonsuz böyük qiyməti (tam strukturlaşma) (1)-dən göründüyü kimi, mütləq temperaturun sıfır qiymətində deyil, struktur temperaturu adlanan və mütləq sıfırdan xeyli böyük qiymətlərdə ($T=T_{str.}$) baş verir

Təqdim olunan işdə propil spirtinin müxtəlif konsentrasiyalı sulu məhlullarında struktur temperaturunun konsentrasiyadan asılılığı təyin edilmişdir. Nəticələr Cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl.1

$C_{propil},$ %	00	110	220	330	550	770	1100
T_{str}, K	1145	1175	1192	1196	1182	1119	00

Alınmış nəticələrə əsasən demək olar ki, propil spirtinin sulu məhlullarında spirtin konsentrasiyasının ilkin artımlarında struktur temperaturu artır, lakin artımın sonrakı qiymətlərində azalma baş verir və nəhayət təmiz propil spirti üçün sıfır bərabər olur ($T_{str}=0$). Bunu belə izah etmək olar ki, təmiz spirtlər sudan fərqli olaraq fəza strukturuna malik deyillər, çünki təmiz spirtlərdə molekullar bir biri ilə hidrogen əlaqəsinə girərək ancaq dimerlər yarada bilərlər. Ueberreyterin fikrincə məhlula az miqdarda spirtin daxil edilməsi suyu strukturlaşdırır. Şəkil 1-dən göründüyü kimi konsentrasiya 20-30%-ə qədər artanda T_{str} artır, konsentrasiyanın sonrakı artımında isə struktur temperaturu 0K-ə qədər azalır. ($T_{str}=0K$).



Şəkil 1. Propil spirtinin sulu məhlulunun struktur temperaturunun konsentrasiyadan asılılığı.

Ədəbiyyat

1. Ueberreiter K., Change of water structure by solvents and polymers. – Colloid & Polymer Science. 260, №1, 1982, p.37-45.
2. Məsimov E. Ə., Həsənov A. Ə., Həsənova X. T.- Su və sulu məhlulların struktur temperaturu, 2010, s.66.

Li₂ MOLEKULUNUN MOLEKULAR ORBİTALLARI VƏ ORBİTAL ENERJİLƏRİ

Hüseynova Y.E., Paşayev F.H.*

Bakı Dövlət Universiteti

xhuseynzade4@gmail.com

Çoxelektronlu sistemlərin müəlif xassələrini kvant mexaniki metodlarla tədqiq etmək üçün dalğa funksiyası məlum olmalıdır. Molekullarda elektronun halını təsvir edən dalğa funksiyası molekulyar orbital adlanır və onlar birelektronlu dalğa funksiyalardır. Atom orbitallarından fərqli olaraq molekulyar orbitallar çoxmərkəzli funksiyalardır. Onlar məlum olduqda molekulun determinant dalğa funksiyasını qurmaq, müxtəlif xassələri nəzəri hesablamaları olar.

İşdə Li₂ molekulunun molekulyar orbitallarının tapılması məsələsinə baxılmışdır. Molekulyar orbitallar Li atomlarının 1s-, 2s-, 2p_z- atom orbitallarının xətti kombinasiyası şəklində axtarılmışdır [1]:

$$U_i = \sum_q C_{q_i} \chi_q \quad (1)$$

Molekulyar orbitalların (1) şəklində axtarılması üsuluna çox vaxt atom orbitallarının xətti kombinasiyası yaxınlaşmasında molekulyar orbitallar metodu deyilir və qısaca olaraq MO LCAO şəklində yazılır. χ_q - atom orbitalleridir. İşdə atom orbitalleri olaraq eksponensial xarakterli Sleyter funksiyalarından istifadə edilmişdir. Məlum qaydalardan istifadə edərək Li atomunun $1s, 2s, 2p_z$ - atom orbitalleri üçün Sleyter funksiyalarının ifadələri təlmişdir:

$$\begin{aligned}\chi_{1s} &= \frac{4,2704469368}{\sqrt{\pi}} e^{-2,6321798079 r} \\ \chi_{2s} &= \frac{0,15236856}{\sqrt{\pi}} r e^{0,58692471 r} \\ \chi_{2p_z} &= \frac{0,30421735}{\sqrt{\pi}} r e^{-0,62126029 r} \cos \theta\end{aligned}\quad (2)$$

(1) düsturdan C_{qi} naməlum əmsalların qiymətləri Li_2 molekulu üçün Xartri-Fok-Rutan tənlikləri həll olunaraq tapılmışdır. Bu tənlikləri həll etmək üçün "Nanomaterialların kimyəvi fizikası" kafedrasının əməkdaşlarının tərtib etdikləri kompüter proqramlarından istifadə edilmişdir. Bu tənlikləri həll etmək üçün atom orbitallarına uyğun baş, orbital və maqnit kvant ədədləri, atom orbitallarının exponensial parametrlərinin qiymətləri, atom nüvələrinin dekart koordinatları, atom nüvələrinin yükü daxil edilir

$$\varepsilon_1 = -2,46923 \text{ a.v.}$$

$$U_1 = 0,7059\chi_{1s_1} + 0,0048\chi_{2s_1} + 0,0003\chi_{2p_{z_1}} + 0,7059\chi_{1s_2} + 0,0048\chi_{2s_2} + 0,0003\chi_{2p_{z_2}} \quad (3)$$

$$\varepsilon_2 = -2,46909 \text{ a.v.}$$

$$U_2 = 0,7066\chi_{1s_1} + 0,0249\chi_{2s_1} + 0,0105\chi_{2p_{z_1}} + 0,7066\chi_{1s_2} + 0,0249\chi_{2s_2} + 0,0105\chi_{2p_{z_2}} \quad (4)$$

$$\varepsilon_3 = -0,18598 \text{ a.v.}$$

$$U_3 = -0,1345\chi_{1s_1} + 0,4998\chi_{2s_1} + 0,1591\chi_{2p_{z_1}} - 0,1345\chi_{1s_2} + 0,4998\chi_{2s_2} + 0,1591\chi_{2p_{z_2}} \quad (5)$$

Molekulyar orbitalların bu ifadələri əsasında molekulların kinetik enerjisi, elektronların nüvələr ilə Kulon qarşılıqlı təsir enerjisi, molekulun elektron enerjisi, spektroskopik parametrlərin qiymətləri və s. tapıla bilər.

Ədəbiyyat

1. Paşayev F. H., Həsənov A. Q. Atom və molekul fizikasında riyazi metodlar. Bakı, "Müəllim" nəşriyyatı, 2013, 123s.

OVALULİN MOLEKULUNUN Tyr-Pro-Leu-Asp FRAQMENTİNİN FƏZA QURULUŞU

Kərimli Y. Q., Ağayeva L.N.*

Bakı Dövlət Universiteti

leylanamig@mail.ru

H-Tyr1-Pro2-Leu3-Asp4-Leu5-Phe6-OH ovalulin molekulu-nun üçölçülü quruluşu molekulyar mexanika üsulu ilə öyrənilmişdir. Bu tədqiqat işində molekulun N-tərəf Tyr1-Pro2-Leu3-Asp4 tetrapeptid fraqmentinin fəza quruluşu öyrənilmişdir. Ovalulin molekulunun Tyr1-Pro2-Leu3-Asp4 fraqmenti dörd aminturşu qalıqından, 71 atomdan və 20 ikiüzlü fırlanma bucağından ibarətdir. Molekulun fəza quruluşu onu əmələ gətirən tirozin, prolin, leysin və asparagin turşusu qalıqlarının aşağıenerjili konformasiyaları əsasında öyrənilmişdir. Başlanğıc konformasiyalar qeyd olunduğu kimi seçildikdə ilk yaxınlaşmada tetrapeptid fraqmentin bir neçə yüz konformasiyası hesablanmışdır. Hesablanmış konformasiyaların bəziləri sterik cəhətdən mümkün olmamışdır, qalanlarının nisbi enerjisi (0-8.0) kkal/mol enerji intervalında dəyişir, onlar cədvəl 1-də göstərilmişdir. Cədvəl 1-də göstərilmiş konformasiyaların nisbi enerjiləri (0-2.0) kkal/mol enerji intervalında, Van-der-Vaals qarşılıqlı təsir enerjilərinin payı (-10.6)–(-8.5) kkal/mol enerji intervalında, elektrostatik təsirlər (-1.5)–(0.9) kkal/mol enerji intervalında, torsion qarşılıqlı təsir enerjilərinin verdikləri pay (1.7)–(2.9) kkal/mol enerji intervalında dəyişir. Fraqmentin ən stabil konformasiya eefşeypinə mənsub $B_1 B R_{21} R_1$ -dir, konformasiya Van-der-Vaals qarşılıqlı təsire görə əlverişlidir. Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi bu konformasiyada qeyri-valent qarşılıqlı təsir enerjisi ümumi enerjiyə (-10.5) kkal/mol qədər, elektrostatik qarşılıqlı təsir enerjisi ümumi enerjiyə (0.1) kkal/mol qədər, torsion qarşılıqlı təsir enerjisi (2.2) kkal/mol qədər pay verir. Bu quruluşda fraqmentin başlanğıc Tyr1-Pro2-Leu3 hissəsi tam açılmış formadadır, ona görə fraqmentin müsbət yüklənmiş N-tərəfi asparagin turşusunun mənfi yüklənmiş yan zəncirindən fəzada uzaqda yerləşir və əlverişli elektrostatik qarşılıqlı təsir yarana bilmir. N-tərəfdəki Tyr1-in aromatik yan zənciri fəzada elə yerləşir ki, eyni zamanda özündən sonra gələn aminturşu qalıqları Pro2-Leu3-Asp4-lə effektiv qarşılıqlı təsir yaradaraq ümumi enerjiyə (-12.2) kkal/mol qədər pay verir. Bu səbəblərdən də bu konformasiya ən stabil olmuşdur.

Cədvəl 1. Ovalulin molekulunun N-tərəf tetrapeptid Tyr1-Pro2-Leu3 -Asp4 fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyaları

No	Şeyp	Konformasiya	U_{qv}	U_{el}	$U_{tors.}$	$U_{üm}$	U_{nis}
1	eef	$B_1 B R_{21} R_1$	-10.5	0.1	2.2	-8.2	0
2	eff	$B_1 R R_{21} R_1$	-8.7	-0.8	1.7	-7.9	0.3
3	efe	$B_1 R B_{21} B_1$	-8.5	-1.2	2.1	-7.6	0.6
4	eee	$B_1 B B_{21} B_1$	-10.6	0.9	2.9	-6.8	1.4

Tetrapeptid fraqmentin eff şəypinin $B_1RR_{21}R_1$ konformasiyasının nisbi enerjisi 0.3 kkal/mol, efe şəypinin $B_1RB_{21}B_1$ konformasiyasının nisbi enerjisi 0.6 kkal/mol-dur. Hər iki konformasiyada fraqmentin müsbət yüklənmiş N-tərəfi ilə mənfi yüklənmiş C-tərəfi fəzada bir-birinə yaxınlaşır və aralarında güclü elektrostatik cazibə qüvvəsi yaranır (cədvəl 1). eee şəypinin $B_1 B B_{21} B_1$ konformasiyasında qeyri-valent qarşılıqlı təsir enerjisinin ümumi enerjiyə verdiyi pay ən çoxdur, lakin elektrostatik qarşılıqlı təsire görə əlverişli deyil. Bu fraqmentin hesablanmasından alınan nəticələr ovalulin molekulunun fəza quruluşunun hesablanması üçün istifadə olunacaqdır.

Ədəbiyyat

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

ZnO NANOHİSSƏCİYİNİN PARAMETRLƏRİNİNİN TƏYİNİ VƏ VİZUAL MODELİNİN QURULMASI

Məmmədova Ü.B., Həsənov.A.Q.*

*Bakı Dövlət Universiteti,
ummmmdova282@gmail.com*

$(ZnO)_n$ -nanohissəciyinin modelini qurarkən onu təşkil edən elementlərin valentliyini nəzərə almaq əsəs şərtidir. Sink və oksigen isə sabit valentli elementdir və 2 valentlik göstərir. $(ZnO)_n$ -nanohissəciyinin verilmiş küreciyin səthi boyu paylandığını fərz edək. Kürənin dairələr toplusu olduğunu bilərək $(ZnO)_n$ -nanohissəciyinin səth boyu atomların paylandığı qanunauyğunluğunu tapa bilərik və atomların sayı məlum olduqda asanlıqla modelini qura bilərik.

$(ZnO)_n$ - nanohissəciyinin parametrlərini təyin edək. Fərz edək ki, onun ölçüsü $D_{ZnO} = 1nm$ olarsa, onda $R_{ZnO} = \frac{D}{2} = 0.5$ nm olar. Nanohissəcikdəki ZnO birləşmələrin sayı

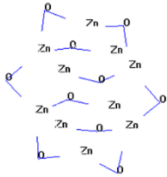
$$n = \left(\frac{R}{r_n}\right)^3$$

düsturu ilə hesablamaq olar [1]. Burada R kürə formada təsəvvür olunan nanohissəciyin radiusu, r_h ZnO molekulunu daxilində saxlayan kürənin radiusudur. Məlumdur ki, Zn və O atomlarının kovalent radiuslarının qiyməti $r_1 = 0.125$ nm və $r_2 = 0.073$ nm-dir. Əgər $(ZnO)_n$ nanohissəciyinin ölçüsü $D = 0,93$ nm olarsa $R = 0,465$ nm olar, onda n hesablamaq olar.

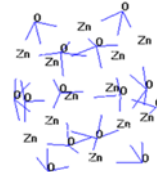
$$r_h = r_1 + r_2 = 0,125 + 0,073 = 0,198 \quad \text{nm}$$

$$n = \left(\frac{R}{r_h}\right)^3, n \approx 16$$

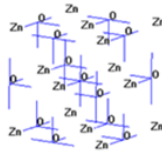
Beləliklə ZnO nanohissəciyi üçün n-in müxtəlif qiymətlərində vizual modelləri qura bilərik . Vizual modeli qurulduqdan sonra nanohissəciyə daxil olan atomların nüvələrinin Dekart koordinatları məlum olur. Kvant mexaniki hesablamalar nəticəsində nanohissəciyin energetik parametrlərinin qiymətlərini hesablamaq, onun stabilliyini müəyyənləşdirmək və xassələrini öyrənmək olar.



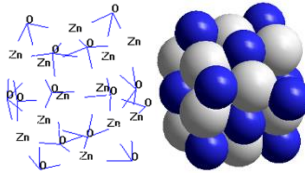
Şəkil 1. $(\text{ZnO})_{10}$ kürəyə oxşar



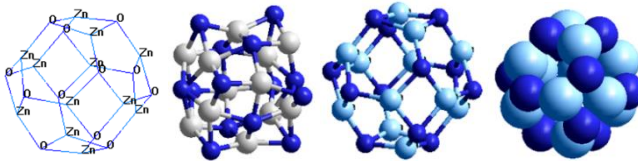
Şəkil 2. $(\text{ZnO})_{13}$ kürəyə oxşar



Şəkil 3. $(\text{ZnO})_{14}$ kub



Şəkil 4. $(\text{ZnO})_{13}$ kürəyə oxşar vizual modelləri(xətti, xətti-kürə,kürə)



Şəkil 5. $(\text{ZnO})_{12}$ vizual modelləri (xətti,xətti-kürələrərlə və kürələrərlə)

Ədəbiyyat

1. Həsənov A. Q. Nanosistemlərin riyazi modelləşdirməsi və komputer hesablaması./ Həsənov A. Q.-Bakı: Ləman nəşriyyat poliqrafiya, MMC, -2013. -234s

LIVAGEN MOLEKULUNUN FƏZA QURULUŞU

Rufullayeva G.T., Ağayeva L.N.*

Bakı Dövlət Universiteti

leylanamig@mail.ru

Livagen biotənzimləyici peptid molekuludur, DNT strukturuna və funksiyasına, immunitet sisteminin limfositlərinə təsir edir. Bu hüceyrələr vasitəsilə livagen immun sistemini aktivləşdirir və ürək, mədə-bağırsaq traktının, immun sistemi və mərkəzi sinir sistemindəki xəstəlikləri kompensasiya edir. H-Lys1-Glu2-Asp3-Ala4-OH livagen molekulunun quruluşu atom-atom potensial metodu ilə tədqiq edilmişdir. Sistemin potensial enerjisi qeyri-valent, elektrostatik, torsion qarşılıqlı təsir enerjilərinin və hidrogen rabitəsi enerjisinin cəmi şəklində seçilmişdir. Livagen molekulu onu əmələ gətirən lizin, qlutamin turşusu, asparagin turşusu və alanin amin turşularının aşağıenerjili konformasiyaları əsasında öyrənilmişdir. Başlanğıc konformasiyalar qeyd olunduğu kimi seçildikdə ilk yaxınlaşmada tetrapeptid molekulun bir neçə yüz konformasiyası hesablanmışdır. Hesablamaların nəticəsi göstərir ki, hesablanmış konformasiyaların bəziləri sterik cəhətdən mümkün olmamışdır, qalanlarının arasında hər bir formanın ən aşağı enerjili konformasiyası seçilmiş, onlara qeyri-valent, elektrostatik, torsion qarşılıqlı təsir enerjilərinin verdiyi pay, ümumi və nisbi enerjiləri cədvəl 1-də göstərilmişdir. Cədvəl 1-də göstərilmiş konformasiyaların nisbi enerjiləri (0-11.0) kkal/mol enerji intervalında, dispersiya qarşılıqlı təsir enerjilərinin verdikləri pay (-15.0)-(-11.1) kkal/mol enerji intervalında, Kulon qarşılıqlı təsir enerjilərinin verdikləri pay (-2.9)-(7.6) kkal/mol enerji intervalında, torsion qarşılıqlı təsir enerjilərinin verdikləri pay (1.8)-(5.5) kkal/mol intervalında dəyişir. Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi aşağıenerjili konformasiyalara qeyri-valent qarşılıqlı təsir enerjisinin verdiyi pay (0-4.0) kkal/mol enerji intervalında, elektrostatik qarşılıqlı təsir enerjisinin verdiyi pay (0-10.5) kkal/mol enerji intervalında dəyişir. Buna səbəb molekulun N-tərəfinin, Lys1-in yan zəncirinin müsbət, Glu2, Asp3-ün yan zəncirlərinin və molekulun C-tərəfinin mənfəi yüklənməsidir. Buna görə də molekulun fəza quruluşunun formalaşmasında mühüm rol elektrostatik qarşılıqlı təsir qüvvələri oynayır.

Cədvəl 1. Livogen molekulunun aşağıenerjili konformasiyaları, onların şeypləri, əsas zəncirlərinin formaları, onlara qeyri-valent, elektrostatik, torsion qarşılıqlı təsir enerjilərinin verdikləri pay, ümumi və nisbi enerjiləri

Nö	Şeyp	Konformasiya	U_{qv}	U_{el}	U_{tor}	$U_{üm}$	U_{nis}
1.	eff	B ₂₁₂₂ R ₁₂ R ₃ R ₂	-13.3	-0.6	1.8	-12.1	0
2.	efe	B ₂₂₂₂ R ₃₁ B ₃ B ₂	-14.0	0.1	2.6	-11.3	0.8
3.	eee	B ₂₁₂₂ B ₃₁ B ₃ B ₂	-11.1	-2.9	2.9	-11.0	1.1
4.	eef	B ₂₁₂₂ B ₃₁ R ₃ R ₂	-10.3	-1.0	2.6	-8.7	3.4
5.	ffe	R ₂₁₂₂ R ₃₁ B ₁ B ₂	-15.0	1.9	5.5	-7.6	4.5

6.	fee	B ₂₂₂₂ B ₃₂ B ₁ B ₂	-13.1	3.6	2.8	-6.7	5.4
7.	fff	R ₂₃₂₂ R ₃₃ R ₃ R ₂	-13.9	4.4	4.2	-5.3	6.8
8.	fef	R ₂₂₂₂ B ₃₁ R ₁ R ₂	-11.7	7.6	2.6	-1.5	10.6

Livagen molekulunun fəza quruluşunun öyrənilməsi göstərir ki, molekul elə fəza quruluşları yığımina malik olur ki, o müxtəlif bioloji funksiyaları yerinə yetirə bilər və müxtəlif reseptor molekulları ilə əlaqəyə girə bilər. Livagenin fəza quruluşunun öyrənilməsindən alınan nəticələr bu sinfə daxil olan digər molekulların fəza quruluşlarının tədqiqində, təbii molekulun yalnız müəyyən funksiyalarını yerinə yetirə bilən süni analoqlarının yaradılmasında istifadə oluna bilər.

BİOLOJİ PROSESLƏRİN TERMODİNAMİKASI

Qasımzadə F.M., Hacıyeva Ş.N.*

Bakı Dövlət Universiteti

qasimzadef688@gmail.com

Termodinamikanın ilk öncə buxar və qazlar kimi fiziki sistemləri təsvir etmək üçün işlənilib hazırlanmasına baxmayaraq, bioloji sistemlərdə də mühüm tətbiqlərə malikdir. Termodinamik prinsiplər orqanizmlərin həyatının enerji tərəflərini, hüceyrə və orqanlarda baş verən biokimyəvi reaksiyaları və istilik proseslərini başa düşməyə və təhlil etməyə imkan verir. Biofizikada tətbiq edilən termodinamikanın əsas prinsiplərindən biri də enerjinin saxlanması qanunu kimi tanınan termodinamikanın birinci qanunudur. Qanunda qeyd edilir ki, sistemdə enerji yarana və ya məhv edilə bilməz, ancaq bir formadan digərinə çevrilir. Bioloji sistemlərdə bu o deməkdir ki, orqanizmə qida şəklində verilən enerji həyat, böyümə və çoxalmanı dəstəkləmək üçün səmərəli istifadə edilməlidir. Tənəffüs prosesi zamanı orqanizmlər üzvi molekulların tərkibində olan kimyəvi enerjini iş üçün əlverişli formaya çevirir. Termodinamik analiz hüceyrələrin əsas enerji valyutası olan adenozin trifosfatın (ATP) sintezi üçün istifadə edilə bilən enerjinin miqdarını qiymətləndirməyə imkan verir. Digər tərəfdən fotosintez, bitkilərin karbon qazı və sudan üzvi molekulları sintez etmək üçün günəş işığından enerji istifadə etməsi prosesidir. Fotosintezin termodinamik təhlili bitkilərin günəş enerjisini kimyəvi enerjiyə necə səmərəli çevirdiyini və bunun bitkilərin böyüməsinə və inkişafına necə təsir etdiyini anlamağa kömək edir. Bioloji sistemlərdə istilik proseslərinin öyrənilməsində termodinamik prinsiplər də mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Termorequlyasiya-orqanizmlərin öz bədənlərində sabit temperatur saxlamaq qabiliyyəti-bioloji sistemlərin yaşaması və fəaliyyətinin mühüm aspektidir. Termodinamik analiz orqanizmlərin həyat üçün optimal şəraiti saxlamaq üçün istilik proseslərini necə tənzimlədiyini izah etməyə kömək edir. Bundan əlavə, termodinamik yanaşma hüceyrələrdə bioloji membranların, nəqliyyat proseslərinin və enerjinin

ötürülməsinin öyrənilməsində istifadə olunur. Bu, hüceyrələrin və orqanların həyatının əsasını təşkil edən mexanizmləri daha yaxşı başa düşməyə imkan verir və xəstəliklərin müalicəsi və diaqnostikasının yeni üsullarının inkişafına səbəb ola bilər. Aydın ki, hərəkətverici qüvvələr və sürətlər (axınlar) arasında əlaqə olmalıdır ki, bu zaman hərəkətverici qüvvənin artması (azalması) prosesin sürətində müvafiq artıma (azalmaya) səbəb olur. Bu, təkcə kimyəvi reaksiyalara deyil, digər geri dönməz proseslərə də aiddir. Məsələn, istilik ötürülməsi və maddənin membran vasitəsilə bir fazadan digərinə yayılması prosesləri hərəkətverici qüvvələri- temperatur və konsentrasiya qradientlərini əhatə edir və enerji axınları istilik və ya maddənin iki faza arasında ötürülməsinə uyğun gəlir. Bütün bu hallarda entropiyanın artması

$$T \frac{d_i S}{dt} = XJ > 0$$

formaya malikdir. Burada X – hərəkətverici qüvvə, J – enerji selidir. Əgər sistem tarazlığa yaxındırsa, burada hərəkətverici qüvvələrin və istilik axınların böyüklüyü çox kiçikdirsə, onda onlar arasında birbaşa əlaqə var:

$$J = LX$$

L – xətti sabit kəmiyyətdir. Qeyd etmək vacibdir ki, termodinamik prinsiplər təkcə bioloji sistemlərə şamil edilmir, həm də elm və mühəndisliyin müxtəlif sahələrində enerji proseslərini başa düşmək üçün universal zəmin yaradır. Termodinamika bir çox hadisələri izah etməyə kömək edən və biofizikada, digər elmi sahələrdə gələcək tədqiqatlar və tətbiqlər üçün zəmin yaradan əsas intizam olaraq qalır. Yekun olaraq qeyd edək ki, termodinamika bioloji sistemlərdə mühüm rol oynayır, bizə həyatın enerji tərəflərini, biokimyəvi prosesləri və orqanizmlərdə istilik tənzimlənməsini başa düşməyə və təhlil etməyə imkan verir. Bu yanaşma bioloqlara və tədqiqatçılara canlı sistemlərin fəaliyyətini və onların müxtəlif ekoloji şəraitə uyğunlaşmasını daha yaxşı başa düşməyə kömək edir.

Ədəbiyyat

1. Рубин А. Б. Термодинамика биологических процессов. М., 1984.

BİR SIRA QEYRİ-ÜZVİ DUZLARIN PEQ-DEKSTRAN-SU İKİFAZALI SİSTEMİNİN FAZA DİAQRAMINA TƏSİRİ

Abbasov V.F., Məsimov E.Ə.*

*Bakı Dövlət Universiteti
abbasovvusal215@gmail.com*

Orqanizmdə baş verən bir çox bioloji proseslərin və daşınması qanla həyata keçirilən maddələr mübadiləsinin daha dərindən öyrənilməsi biofizika elmi qarşısında duran aktual məsələlərdən biridir. Ona görə də son zamanlar bioloji maddələrin təmizlənməsi üçün bir sıra xüsusi metodlar işlənib hazırlanmışdır,

lakin bu metodlar çox mürəkkəbdir və maddi cəhətdən sərfəli deyil. Keçən əsrin II yarısında İsveç alimi Albertson tərəfindən yeni, iqtisadi cəhətdən səmərəli, yumşaq, sadə laboratoriya şəraitindən biotexnoloji, sənaye proseslərinə asanlıqla köçürülə bilən, böyük avadanlıqlar tələb etməyən metod-maddələrin ikifazlı su-polimer sistemlərində qeyri-bərabər paylanmasına əsaslanan metod işlənib hazırlanmışdır. Bu metod kimyəvi xassələri bir-birindən fərqlənən iki polimerin sulu məhlullarının qarışığının, komponentlərinin, konsentrasiyasının müəyyən bir qiymətindən böyük qiymətlərdə su strukturları müxtəlif olan iki fazaya ayrılmasına əsaslanmışdır. Bu növ ikifazlı sistemə bioloji hissəciklər (zülallar, hüceyrə, virus və s.) daxil etdikdə, onlar fazaların birində daha çox, digərində isə daha az toplanırlar. Bu cür qeyri-bərabər paylanma isə bioloji komponentlərin fərdi xüsusiyyətləri və paylanma şəraiti (polimerin təbiəti, konsentrasiyası, əlavələr və s.) ilə əlaqədardır. İkifazlı su-polimer sistemlərini yaratmaq üçün istənilən təbii və sintetik polimerlər cütündən istifadə etmək olar.

Hal-hazırda ikifazlı sistemləri yaratmaq üçün ən çox istifadə olunan polimer cütü dekstran-polietylenqülkoldur. İstənilən qeyri-stabil (zərif) bioloji materiallar bu ikifazlı polimer-su sistemində paylandıqda zədələnmirlər və öz bioloji aktivliklərini itirmirlər. Bu da dayanıqsız struktura malik olan bioloji maddələrin hissəciklərini onların nativ xüsusiyyətlərini saxlamaqla əldə etməyə imkan verir. Təqdim olunan işdə məqsəd qeyri-üzvi duzlardan $NiSO_4$, $CoSO_4$ və $MnSO_4$ duzlarının 5,10,15 çəki faizli məhlullarının PEQ-dekstran-su ikifazlı sistemlərinin faza diaqramına təsirinin öyrənilməsindən ibarətdir. Anionlar sabit saxlanılmaqla, kationlar dəyişdirilir. İkifazlı sistemi öyrənmək üçün istifadə olunan binodal əyrisinə duzlar ilə təsir etdikdən sonra kritik nöqtələr müəyyənləşdirilir. Qeyri üzvi duzların müxtəlif faizli məhlullarının PEQ-dekstran-su ikifazlı sistemlərinin faza diaqramına təsirinə uyğun kritik nöqtələrinin cəmi tapılır.

Alınan nəticələr göstərirki, sistemə əlavə olunan duzların konsentrasiyası artdıqca, kritik nöqtələrin konsentrasiyalarının cəmi artır. Bu onu göstərirki, duz suyun strukturunu dağıdır (əgər binodal sağa sürüşürsə), diaqramın homogen sahəsi artır, komponentlərin suya uyuşmazlığı azalır, sistemin fazalar ayrılması çətinləşir və fazalara ayrılması üçün komponentlərin konsentrasiyaları artırılmalıdır. Alınan nəticələr Samoylov nəzəriyyəsi ilə izah olunur.

Cədvəl 1. Qeyri-üzvi duzların PEQ-dekstran-su ikifazlı sisteminin faza diaqramındakı kritik nöqtələri

a) $NiSO_4$	Əlavəsiz	5%li	10%li	15%li
ΣCkr	9,1	9,8	10,2	10,5
b) $CoSO_4$	Əlavəsiz	5%li	10%li	15%li
ΣCkr	9,1	8,5	9,7	10
c) $MnSO_4$	Əlavəsiz	5%li	10%li	15%li
ΣCkr	9,1	8,5	9,7	10,1

Ədəbiyyat

1. Albertson P. (1970) Partition of Cell Particles and Macromolecules in Polymer Two- Phase Systems. *Advances in Protein Chemistry*, 24, 309-341.
2. Masimov E., Bagirov T., Mahmudov A., Zaslavski B.(2018) Phase Separation in Liquid Solutions. *Journal of Baku Engineering University*, 21, 77-88
3. Samoilov O. Y. (1967) Structure of Water Solutions of Electrolytes. *USSR Art.* 15- 18, 1967

BÖLMƏ 3

BƏRK CİSİMLƏR FİZİKASI

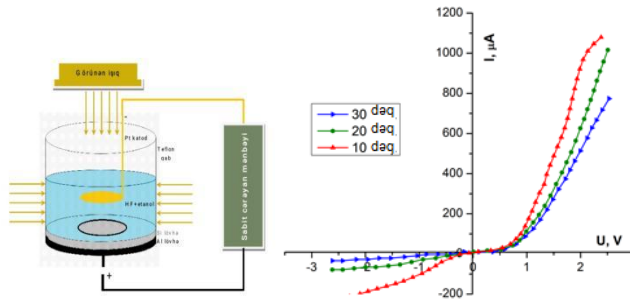
ZnS/p-CdTe/n-Si HETEROKEÇİDİNİN ELEKTRİK XASSƏLƏRİ

Nəzirova F.N., Cəfərov M.Ə.*

Bakı Dövlət Universiteti

flora.nazirova@bsu.edu.az

Fotovoltaik qurğuların tətbiqi üçün ən perspektivli namizədlərdən biri yüksək effektivliyə və aşağı qiymətə görə kristal silisiumlu günəş elementləridir [1, 2]. Adi silisium əsaslı günəş elementlərində spektral həssaslıq oblastının darlığı və səthdən əksəlmə ilə bağlı çatışmazlıqları aradan qaldırmaq heteroqəçid əsaslı günəş elementlərindən istifadə imkanları geniş tədqiq olunur. Hazırda CdTe/Si(p) heterostrukturlarından fotoelektrik çeviricilər kimi günəş enerjisində geniş istifadə olunur. Heterostrukturlu günəş elementləri ənənəvi adi p-n qəçidə əsaslanan silisium günəş elementləri ilə uğurla rəqabət aparır. Eyni zamanda, heteroqəçiddə defektlərin olması heterostrukturların elektrofiziki xüsusiyyətlərinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir.



Şəkil 1. p-CdTe/n-Si heteroqəçidinin volt-ampere xarakteristikası

Ekspərimental p-CdTe/n-Si nümunələrinin hazırlanması üçün borla aşqarlanmış xüsusi müqaviməti $1 \text{ Om} \cdot \text{sm}$ olan və səth oriyentasiyası (100) olan n tipli monokristal silisium lövhələrdən istifadə olunmuşdur. akseptor aşqarının konsentrasiyası $1,5 \cdot 10^{16} \text{ sm}^{-3}$ olmuşdur. Elektrokimyəvi çökdürmə üsulu ilə por-Si altlığının səthində CdTe təbəqəsi əmələ gəlmişdir. Kadmium ionlarının mənbəyi kimi 0,44 M konsentrasiyası olan CdCl_2 məhlulu istifadə edilmişdir. Tellur ionlarının mənbəyi kimi 0,22 M konsentrasiyası olan TeO_2 (tellur oksidi) məhlulu istifadə edilmişdir. Məhlulun temperaturu $80 \text{ }^\circ\text{C}$ -ə çatdırıldı. Si altlıqları məhlul içərisinə batırıldı və 20 dəqiqə ərzində bir CdTe təbəqəsi yetişdirildi. p-Si-nin arxa tərəfindəki CdTe təbəqəsi 30%-li HF məhlulu

ilə tamamilə təmizlənmişdir. Bütün nümunələr üçün CdTe təbəqələrinin qalınlığı $0,3 \pm 0,1 \mu\text{m}$ idi. Alınmış heteroqəçidlərin VAX və tutum xarakteristikaları tədqiq olundu.

Müəyyən olunmuşdur ki, məsaməli Si təbəqəsinin formalaşması p-CdTe/n-Si heteroqəçidinin volt-ampere xarakteristikasını yaxşılaşdırır. Əksinə gərginliklərdə xarakteristika p-CdTe/n-Si keçid sərhəddində səth hallarının dolub boşalması ilə bağlıdır. Bu əlaqəni əksinə cərəyanın temperatur asılılığı təsdiq edir. Düzünə gərginlikdə isə cərəyan yükdaşıyıcıların oksid təbəqədən tunel keçidi ilə müəyyən olunur. Hazırkı tədqiqatlarda tək qatlı və çox qatlı heteroqəçidlərdən istifadə etməklə hazırlanan Günəş elementlərinin müqayisəli təhlili aparılmışdır. Bu məqsədlə Si/CdTe/ZnS heteroqəçidləri də alınmış və tədqiq olunmuşdur

Ədəbiyyat

1. Avasthi S., Lee S., Loo Y. L. & Sturm J. C. (2011). *Role of Majority and Minority Carrier Barriers Silicon/Organic Hybrid Heterojunction Solar Cells. Advanced Materials, 23(48), 5762–5766.*
2. Zielke D., Pazidis A., Werner F. & Schmidt J. (2014). *Organic-silicon heterojunction solar cells on n-type silicon wafers: The BackPEDOT concept. Solar Energy Materials and Solar Cells, 131, 110–116.*

ZnS/CdTe HETEROQƏÇİDİNİN FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİ

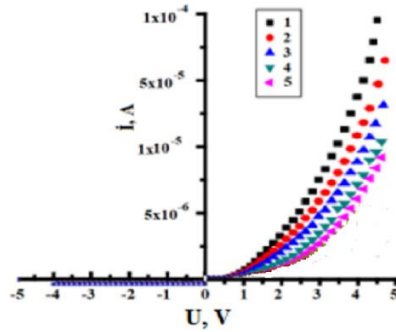
Nəzirova F.N., Cəfərov M.Ə.*

Bakı Dövlət Universiteti

flora.nazirova@bsu.edu.az

Son dövrlər, tədqiqatçılar ZnS nazik təbəqələrinin alınması və fiziki xassələrinin öyrənilməsinə xüsusi diqqət yetirirlər. Bu tip heteroqəçidlərin əsasında hazırlanan günəş elementlərinin spektral diapazonunu qısa dalğalar oblastına doğru genişləndirməyə imkan verir [1-3].

p-tip CdTe təbəqələri məhluldan kimyəvi çökdürmə üsulu ilə alınmışdır. Elektrokimyəvi çökdürülmə prosesi otaq temperaturunda xüsusi kvarts qabda İTO şüşə lövhələrinin üzərində yerinə yetirilmişdir. ZnS nazik təbəqələrinin alınması üçün kimyəvi məhlulun optimal tərkibi aşağıdakı kimi seçilmişdir: 1:12:500 ($1,5 \div 2,2 \times 10^{-3}$ M $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{OO})_2$, 0,01 \div 0,02 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 1,05 M NH_4OH). Alınmış nazik təbəqələr üçün onların qalınlığı 2 μm -ə bərabərdir. Nazik təbəqələr n-tip keçiricilik qabiliyyətinə malikdir; bu, termo-e.h.q.-nin işarəsinə görə müəyyən edilmişdir. p-CdTe/n-ZnS anizotip heteroqəçidinin elektrik xassələrinin tədqiqi aparılmış (Şəkil), düzünə və əks istiqamətdə cərəyankeçmə mexanizmi təhlil olunmuşdur.



Şəkil 1. p-CdTe/n-ZnS anizotip heteroqecidinin VAX-1, t,°C: 1-90, 2-70, 3-50, 4-30, 5-20.

Düzünə istiqamətdə, kiçik gərginliklərdə, tədqiq olunan temperatur intervalında cərəyan $I = kV^m$ qanunu ilə ifadə olunur (Şəkil). Çox kiçik gərginliklərdə cərəyan gərginlikdən xətti asılıdır. Orta gərginliklərdə (ikinci oblastda) qeyri xətti oblast termoelektron emissiyası mexanizminə uyğun gəlir. Gərginliyin 0,8V-dan böyük qiymətlərində həcmi yüklərlə məhdudlanan cərəyan mexanizminə uyğun güclü injeksiya müşahidə olunur ($m=2,4$). Həcmi yüklər oblastında və ya keçid sərhədində dərin mərkəzlərdə rekombinasiyanın tunel keçidləri hesabına güclənməsinə əsaslanan bu cür yeni yanaşma son zamanlarda günəş elementlərində cərəyanın cərəyanın birbaşa daşınması üçün tətbiq olumuşdur.

Yaradılmış heterostruktur ultrabənövşəyi şüalanmaya və yumşaq rentgen şüalarına həssasdır. CdTe-ZnS heterostrukturunda tətbiq olunan elektrik sahəsinin istiqamətindən asılı olaraq fotokeçiriciliyin ölçülməsi zamanı yeni effekt müşahidə olunur. Bu vəziyyətdə tətbiq olunan sahə foto-e.h.q.ni stimullaşdırır. Bu prinsiplə spektral xüsusiyyətlərə malik fotonəssas cihazları yaratmağa imkan verir. Beləliklə, əldə edilmiş eksperimental nəticələrə əsasən qeyd etmək lazımdır ki, konvertorun üzərində birbaşa struktur siqnallarını qeyd etmək üçün CdTe - ZnS heteroqecidləri əsasında yüksək effektivliyə malik olan fotodetektor yaratmaq mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Kephart J. M., Geisthardt R. M. and Sampath W. S. 2015 Optimization of CdTe thin-film solar cell efficiency using a sputtered, CdS window layer Prog. Photovolt: Res. Appl. 23 1484-92
2. Saeed N. M. 2011 Structural and optical properties of ZnS thin films prepared by spray pyrolysis technique J. Al Nahrain Uni. 14 86-92
3. Chusnutdinowa S., Pietruszkaa R., Zaleszczyka W., Makhniyb V. P., Wiatera M., Kolkovskya V., Wojtowicza T. and Karczewskia G. 2014 Reduction of the optical losses in CdTe/ZnTe thin-film solar cells Acta Physica Polonica Series A126 1072-5

ENHANCING TRIBOELECTRIC NANOGENERATOR PERFORMANCE USING PS/GNP NANOCOMPOSITE FILMS

¹Mammadova N.C., ^{1,2}Gulahmadov O.G.*

¹*Baku State University, Faculty of Physics*

²*Baku State University, Nanoscience Research Laboratory of the Center for Excellence in Research, Development, and Innovation*
nigarmemmedova2002@gmail.com

As a promising energy harvesting technology, triboelectric nanogenerators (TENGs) convert mechanical energy from ambient sources into electrical power. Nanocomposites demonstrate great promise among the materials investigated for TENG manufacturing because of their special qualities and complementary effects. The development of polysiloxane (PS)/Graphene nanoplates (GNP) nanocomposite materials for TENG applications is the main objective of this research. GNP is a highly conductive and physically durable material. When combined with PS, which is known for its flexibility and dielectric qualities, it shows a promising platform for efficient energy conversion. The goal of this research is to enhance both the performance and comprehension of TENGs by clarifying the process of synthesis and electrical characteristics of the obtained nanocomposite. This will make it possible to power a variety of electronic and self-supporting wearables.

In this study, the effect of the GNP on the performance of the TENG was investigated. Natural graphite flakes were purchased from Sigma Aldrich. To investigate the effect of the GNP on the performance of TENG, the 100 mg of natural graphite flakes were added into 50 mL of isopropyl alcohol solution and the mixture was sonicated for 1 hour. To create PS/GNP nanostructures, we added the final product of GNP solution to the bottle of spray to carry out deposition process on the surface of PS. So, nylon and PS/ GNP nanocomposite material were used triboelectric films, which are considered good pairs, are used as triboelectric materials.

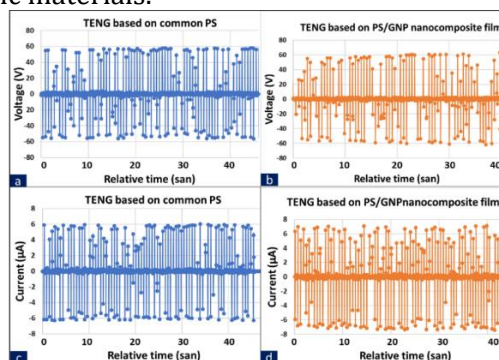


Figure 1. Voltage graphs of TENG: a) common PS film; b) PS/GNP nanocomposite film; Current graphs of TENG: c) common PS film; d) PS/ GNP nanocomposite film.

From the electrical measurements of the TENG, it is known that the value of voltage and current increased due to the effect of PS/ GNP. Thus, as shown in Figure 1 the value of the voltage increases from 56 V to 63 V, and the value of the current increases from 6.2 μ A to 7.4 μ A. This enhancement is attributed to the synergistic effect between the optimized GNP and the high dielectric properties of the PS/GNP nanocomposite. The exact mechanism behind this improvement could be related to the unique charge transfer properties of GNPs and their interaction with the PS matrix. Further research is needed to study the underlying physics and optimize the performance of PS/GNP-based TENGs.

References

1. Zhang, Renyun, Magnus Hummelgård, Jonas Örtengren, Henrik Andersson, Martin Olsen, Dabo Chen, Jiayong Li et al. "Triboelectric nanogenerators with ultrahigh current density enhanced by hydrogen bonding between nylon and graphene oxide." *Nano Energy* 115 (2023): 108737.

GaS(Yb) MONOKRİSTALININ ELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ RADİASİYA DEFİKTLƏRİNİN TƏSİRİ

Mahmudova X.M., Allahverdiyev Ş.A.*

Bakı Dövlət Universiteti

mahmudovaxeyale05@gmail.com

Mikroelektronikada, fotoelektronikada, informasiya texno-logiyasında yeni xassəli yarımkeçirici materialların alınması, fiziki xassələrinin tədqiqi və onların məqsədyönlü idarə edilmə üsullarının işlənilməsi radiasiya materialşünaslığının əsas məsələlərindən biridir. Təqdim olunan işdə GaS(Yb) monokristalının elektrik keçiriciliyinə γ -kvantların və elektrik sahəsinin birgə təsirinin tədqiqindən alınan nəticələr verilmişdir.

Bricmen-Stokberqerin istiqamətlənmiş kristallaşma üsulu ilə GaS monokristalları alınmışdır. Kristalların Yb atomu ilə (0.5;1.0) at% aşqarlanması, onların yetişdirilməsi zamanı həyata keçirilmişdir. Yetişdirilmiş GaS(Yb) monokristalın aşqarsız kristallar kimi p-tip keçiriciliyə malik olmuş və $\rho \sim 10^9$ Om-sm bərabərdir. Nümunələrin elektrik xassələri 100-300 K temperatur intervalında ölçülmüş və ölçmə zamanı elektrometrik gücləndiricidən (V7-35), monoxramatik işıq dəstəsi almaq üçün MS3504i tipli monoxramatordan və işıq mənbəyi olaraq qalogen lampadan istifadə edilmişdir. Nümunələrin γ -kvantlarla şüalanması Co⁶⁰ qurğusunda aparılmışdır.

GaS(Yb) monokristallarının müxtəlif VAX-sı, elektrik keçiriciliyi intensivliyin 10^2 - 10^4 V/sm intensivlikli elektrik sahələrində şüalanmadan əvvəl və sonra qararıqda və işığın təsiri altında temperaturdan asılılığı tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, GaS(Yb) monokristalının elektrik keçiriciliyinə γ -kvantların və elektrik sahəsinin birgə təsiri zamanı elektrik keçiriciliyinin azalması

müşahidə olunur. Belə ki, aşağı şüalanma dozalarında ($D < 100$ krad) elektrik keçiriciliyi azalır, yüksək şüalanma dozalarında isə sabit elektrik sahəsində keçiricilik artır. Bu isə elektrik sahəsinin və şüalanmanın birgə təsiri zamanı defektlərin nizamlanması baş verdiyini və donor tipli defektlərin yarandığını göstərir. Yüksək şüalanma dozalarında komplekslərin dissosiasiya nəticəsində nöqtəvi defektlərin konsentrasiyası artdığından keçiricilik azalır. GaS(Yb) kristallarının elektrik xassələrinin tədqiqi zamanı müəyyən edilmişdir ki, γ -kvantların təsiri ilə yaranan defektlər mütəhərrik defektlərdir. Onların elektrik sahəsində stimullaşdırılmış diffuziyası nəticəsində defektlərin nizamlanması baş verdiyindən ftohəssaslıq artır.

Ədəbiyyat

1. Гарибов А. А., Мадатов Р. С., Комаров Ф. Ф., Пилько В. В., Мустафаев Ю. М., Ахмедов Ф. И., Джахангиров М. М., Спектрометрия ионного рассеяния и комбинационное рассеяние света в монокристаллах GaS, подвергнутых облучению водородом с энергией 140 кэВ, Физика и техника полупроводников, 2015, том 49, вып. 5. Москва, с.599-602
2. Garibov A. A., Madatov R. S., Mustafayev Y. M., Ahmadov F. İ., Ahmadov Q, Jahangirov M. M., Structural and Optical Properties of GaS Single Crystals Irradiated by Hydrogen, Journal of Electronic Materials, ISSN 0361-5235, The Minerals, Metals & Materials Society, 2015.

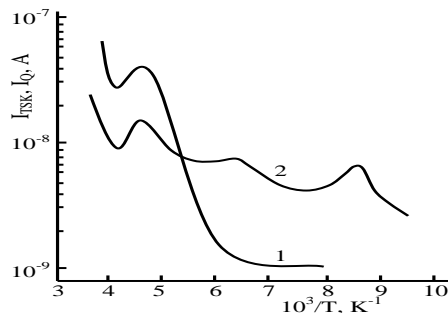
GaSe MONOKRİSTALINDA LOKAL SƏVİYYƏLƏR

İbrahimova N.A., Abasova A.Z.*

Bakı Dövlət Universiteti

ib.nezrin@gmail.com

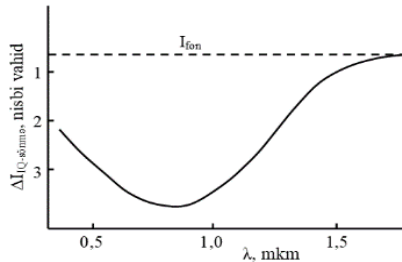
A^3B^5 sinfinə daxil olan bütün birləşmələr kimi GaSe kristalı da defekt quruluşudur və defektlərin konsentrasiyası çox böyük olduqda fotokeçiricilikdə rekombinasiya prosesinə güclü təsir edir. Defektlərin rolunu



Şəkil 1. GaSe və [GaSe(Sn)] nümunələrinin termik stimulyasiya cərəyanı

müəyyənləşdirmək məqsədi ilə kristal göyərdilən zaman müxtəlif aşqarlar vurulur. Müxtəlif tədqiqatlar aşqarların lokal səviyyələrinə təsirini göstərir. Şəkil 1 də aşqarlanmamış və Sn-la aşqarlanmış [GaSe(Sn)] GaSe nümunələrində termik stimulyasiya cərəyanı [TSP] ayrılırları verilmişdir.

İşdə həmçinin GaSe (Sn) kristalında optik sönmə hadisəsinə baxılmışdır və onun spektral paylanması şəkil 2-də verilmişdir. Spektrın uzundalğalı oblastından sönməyə səbəb olan lokal mərkəzin dərinliyi hesablanmışdır. ($E=0.78$ eV) Relaksasiya ayrılırlarına əsasən isə $E=0.58$ tapılmışdır, onların fərqi 0.2 eV-dır.



Şəkil 2. [GaSe(Sn)] nümunələri üçün optik sönmənin spektral paylanması

Bu effekt üçsəviyyəli, yəni cəld (s) yavaş (r) və yarışma mərkəzlərinin olması ilə izah olunur [1]. Belə ki, fotokeçiriciliyin optik sönməsi kristalın yüksək həssaslığını təmin edən yavaş rekombinasiya mərkəzlərinin (r) olmasıdır. GaSe kristalında belə mərkəz rolunu dərin və nisbətən kompensə olunmuş, elektronları tutma en kəsiyi böyük (10^{-14} sm $^{-3}$) və dəşiklərin tutma en kəsiyi kiçik (10^{-20} sm $^{-3}$) olan lokal səviyyələr oynayır. Alçaq temperaturda dəşik demarkasiya səviyyəsi kompensasiya olunmuş akseptor səviyyəsindən aşağıda yerləşdikdə nümunənin məxsusi oblastdan ($h\nu > E_g$) stasionar işıqlandırılması keçirici zonada müəyyən sayda sabit konsentrasiyada elektronlar yaradır. Valent zolağındakı dəşiklər $E_v = 0,22$ eV səviyyəsi tərəfindən tutulur, yəni səviyyə nisbətən boşalır və bu əlavə işıqlanmanın intensivliyindən asılıdır. Nümunənin əlavə işıqlandırıldıqda valent zonadan elektronların $E = 0.22$ səviyyəsinə keçməsinə səbəb olur ki, bu da optik sönməyə səbəb olur. $h\nu$ -nün artması ilə fotokeçiriciliyin artması həmin səviyyədən elektronların keçirici zonaya keçməsi ilə izah olunur.

Ədəbiyyat

1. Роуз А. Рекомбинационные процессы в изоляторах и полупроводниках. Сб. Проблемы физики полупроводников - М.:И.А. 1967,с.130-149

REAL METAL-YARIMKEÇİRİCİ KEÇİDLƏRİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

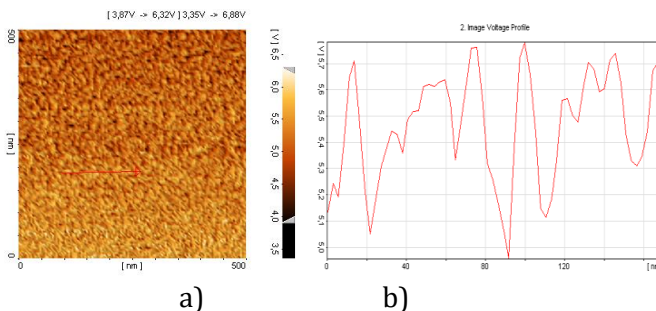
İbişzadə G.P., Aslanova Ə.R.*

Bakı Dövlət Universiteti

ibiszadegulsum@gmail.com

Metal-yarımkeçirici keçidlərin (MYK) omik və düzləndirici xassələrə malik olması F.Braun tərəfindən hələ 1874-cü ildə aşkar edilmişdir və nöqtəvi MYK əsasında çoxsaylı detektorlar ixtira edilmişdir ki, bu da öz növbəsində radioelektronikanın inkişafına güclü təkan vermişdir. Alman alimi V.Şottki ideal (qeyri-məhdud bircins kontakt səthli) metal-yarımkeçirici keçidlərinin fundamental enerji modellərini, H.Bete isə düzləndirici MYK-lərdə cərəyanın termoelektron emissiya nəzəriyyəsini işləyib hazırlamışdılar. Müəyən edilmişdir ki, ideal MYK-lara nəzərən real MYK-n elektrofiziki parametrlərinin təcrübi qiymətlərində kənarçıxmalar müşahidə olunur. Bunun əsas səbəblərindən birinin sərhəd səthinin qeri –bircinsliyi hesab edilir.

Məruzədə real MYK-nın qeri –bircinsliyinin müasir Skanlayıcı zond mikroskopıya (SZM) üsulları ilə aparılan geniş tədqiqinin nəticələrindən bəhs olunur. Nazik qızıl təbəqəsinin səthinin Atom Qüvvə Mikroskopu ilə çəkilmiş ikiölçülü (a) və birölçülü (b) potensial təsvirləri şək.1-də göstərilmişdir. Şəkillərdən aydın görünür ki, nazik (Au) qızıl metal təbəqəsi nanokristallitlərdən ibarət polikristal quruluşa malik olur. Onun səth boyunca 10 – 80 nm xətti uzunluqlarda çıxış işinin dəyişməsi geniş (0- 100 meV) intervalda yerləşir. Deməli, MYK-da məyyən konfigurasiyaya və həndəsi ölçülərə malik real sərhəd səthi praktiki olaraq həmişə elektron emissiyası baxımından qeyri- bircins olur. Bir-biri ilə elektriki əlaqədə olan kiçik hissəciklər arasında mövcud olan potensiallar fərqi hesabına burada əlavə elektrik sahəsi (ƏES) yaranır [2]. Real MYK-də potensial çəpərin formalaşmasında, bu keçidlərdəki cərəyan, elektrik deşilmə və digər elektron proseslərində ƏES fəal rol oynamaq imkanına malik olur. Odur ki, MYK -nın xüsusiyyətlərinin müasir üsullarla tədqiqi mühüm elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb edir.



Şəkil 1. Nazik qızıl təbəqəsinin səthinin AQM ilə çəkilmiş ikiölçülü (a) və birölçülü (b) potensial təsvirləri.

İşdə qeyd olunur ki, real (qeyri-bircins və məhdud səthli) MYK-nin fiziki mənzərəsi çox mürəkkəbdir. Real kontaktının sərhəd səthinin qeyri-bircinsliyi və məhdudluğu hesabına yaranan ƏES-nin düzləndirici MYK-lərin tədqiqi və praktiki tətbiqində nəzərə alınması mühüm əhəmiyyət daşıyır.

Ədəbiyyat

1. Зи С. Физика полупроводниковых приборов. Москва: Мир, 1984, Часть I, 450 с.
2. Мамедов Р. К. Контакты металл-полупроводник с электрическим полем пятен. Баку: БГУ, 2003, 231 с.

KVANT ÇUXURUNDA ZONADAXİLİ OPTİK UDULMA

Hüseynova S.N., Qədirova İ.R.*

Bakı Dövlət Universiteti

huseynovasbin43@gmail.com

Təqdim olunan işdə parabolik potensiallı kvant çuxurunda elektronların keçiricilik zonasında altzonalar arası düz keçidləri halında işığın udulma əmsalı hesablanmışdır.

Kvant çuxuruna malik yarımkeçirici strukturda elektronların dalğa funksiyasını

$$\Psi_{n\vec{k}}(\vec{r}) = S^{-1/2} u(\vec{r}) \exp(i\vec{k}\vec{\rho}) \varphi_n(z) \quad (1)$$

şəklində yazmaq olar [1]. Burada $u(\vec{r})$ -keçiricilik zonasında Brillüen zonasının mərkəzində Blox funksiyası, $\vec{r}(\vec{\rho}, z)$ -elektronun radius vektoru, $\rho (x, y)$ və $\vec{k}(k_x, k_y)$ -elektronun sahəsi S olan kvant çuxuru müstəvisindəki ikiölçülü radius vektoru və dalğa vektorudur.

$$V(z) = \frac{1}{2} m\omega^2 z^2 \quad (2)$$

parabolik potensiallı kvant çuxuru üçün $\varphi_n(z)$ məxsusi funksiyalar və enerjinin məxsusi qiymətləri aşağıdakı kimi yazılır:

$$\varphi_n(z) = \left(\frac{m\omega}{\pi\hbar}\right)^{1/4} \frac{1}{\sqrt{2^n n!}} e^{-\frac{m\omega z^2}{2\hbar}} H_n\left(z\sqrt{\frac{m\omega}{\hbar}}\right) \quad (3)$$

$$\varepsilon_n = \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right) \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad (4)$$

Elektronun tam enerjisi

$$E_n(\mathbf{k}) = \varepsilon_n + \frac{\hbar^2 k^2}{2m} = \hbar\omega\left(n + \frac{1}{2}\right) + \frac{\hbar^2 k^2}{2m} \quad (5)$$

bərabərdir. İşığın α udulma əmsalı W optik keçidlərin ehtimalı vasitəsilə

$$\alpha(\omega) = \frac{n W(\omega)}{Nc} \quad (6)$$

kimi ifadə olunur [2], haradək

$$W(\omega) = \frac{2\pi}{\hbar} \sum_{if} |H_{fi}|^2 \delta(E_f - E_i - \hbar\omega) \quad (7)$$

Burada $\hat{H} = \frac{e}{m} \vec{A} \vec{p}$ həyəcanlanma operatorunun matris elementi, $\vec{A} = A_0 \vec{z}$ - elektromaqnit dalğasının vektor potensialı, \vec{z} -vahid polyarlaşma vektoru, $\hat{P} = -i\hbar \vec{\nabla}$, $A_0 = \frac{\sqrt{2\pi N \hbar \Omega}}{\Omega/v}$, $v = \frac{c}{n}$ -faza sürəti, N-vahid həcmdə fotonların sayı, f (x)- Dirak funksiyası, i və f indeksləri elektronun başlanğıc və son hallarını işarə edir, n-ışığın sınma əmsalıdır. Impuls və koordinatın matris elementləri arasında əlaqə düsturunu nəzərə alsaq [3] $H_{fi} = H_{n\bar{n}}$ matris elementini aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik:

$$H_{n\bar{n}} = i \frac{eA_0}{\hbar c} \int z_z (E_n - E_{\bar{n}}) \delta_{\vec{k}\vec{k}'} \int \varphi_{\bar{n}}(z) z \varphi_n(z) dz \quad (8)$$

Tutaq ki,elektronlar yalnız keçiricilik zonasının ən aşağı (n=0) altzonasında yerləşir,daha yüksək altzonalar isə boşdur.Onda (1)-(8) ifadələrini və parabolik kvant çuxurunda yalnız qonşu altzonalar arası optik keçidlər mümkün olduğunu[3] nəzərə alsaq parabolik kvant çuxurunda zonadaxili altzonalar arası düz keçidlər halında işığın udulma əmsalı üçün aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$\alpha_{10} = \frac{2\pi e^2 \hbar \omega N_S z_z^2}{cn\Omega m(a+b)} \frac{\gamma}{(\hbar\omega - \hbar\Omega)^2 + \gamma^2} \quad (9)$$

Burada γ –relaksasiya proseslərini nəzərə alan fenomenoloji parametr, a və b uyğun olaraq kvant çuxurunun və çəpərin eni, N_S -elektronların ikiölçülü konsentrasiyasıdır.

Ədəbiyyat

1. Воробьев Л. Е., Ивченко Е. Л., Фирсов Д. А., Шалыгин В. А. Оптические свойства наноструктур. Санкт-Петербург, Наука, 2001
2. Ансельм А. И. Введение в теорию полупроводников. Москва Наука 1978
3. Muxtarov A. İ. Kvant mexanikası. Maarif nəşriyyatı Bakı 1999

Cu₂S – In₂S₃ SİSTEMİNİN NAZİK TƏBƏQƏLƏRİNİN XASSƏLƏRİ

Eyvazlı G.Q., Cahangirova S.Ə.*

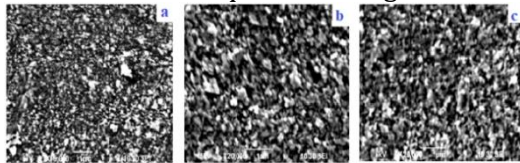
*Bakı Dövlət Universiteti
geyvazli01@gmail.com*

Son onilliklərdə tədqiqatçıların getdikcə daha çox səyi bərpa olunan enerji mənbələrinin tapılması probleminin həllinə yönəldilmişdir. Günəş radiasiyasının çeviriciləri üçün perspektivli materiallar, xüsusən də xalkopirit təbiətli birləşmələrdir. Bu baxımdan bu birləşmələrin nazik təbəqə halında alınmasının yeni üsullarının işlənilib hazırlanması böyük maraq doğurur. İlk növbədə, bu sistemlərə mis və indium disulfidi Cu₂S–In₂S₃ aiddir. Günəş radiasiyasının yüksək udma əmsalı α (10^{-5} sm^{-1}) [1], optimal zolaq boşluğu (1,5 eV) [2], nisbətən yüksək konversiya səmərəliliyi (~13%) [3] kimi xüsusiyyətlərin birləşməsi, və radiasiya müqaviməti bu yarımkeçirici

birləşmənin üstünlüklərini və günəş elementlərinin istehsalı üçün potensial tətbiqi müəyyən edir.

Nazik Cu–In–S təbəqələri kimyəvi metodla əvvəlcədən təmizlənmiş ST-50-1 markalı şüşə keramika altlıqlarında alınmışdır. Sintezin ilk variantında, natrium hidrokسيد NaOH iştirakı ilə mis xlorid CuCl_2 , indium xlorid InCl_3 və tiokarbamid CSN_2H_4 sulu məhlulundan reaksiya nəticəsində çökdürülmüşdür. Misi Cu^{2+} vəziyyətindən monovalent formada Cu^+ halına çevirmək üçün reaksiya qarışığına hidrosilamin xlorid turşusu $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ əlavə edildi, təbəqələr altlıqlar yerləşdirilmiş bağlı molibden şüşə reaktorlarında 333-353 K temperaturda sintez edildi. Reaktorlar TS-TB-10 termostatında quraşdırılmış, temperaturun saxlanma dəqiqliyi $0,1^\circ$ idi. Çökmə müddəti bütün təbəqələr üçün 120 dəqiqə müəyyən edilmişdir. Sintez edilmiş təbəqələrin qalınlığı MII-4 mikroskopundan (Linnik mikroiinterferometr) istifadə edilməklə qiymətləndirilmişdir. $\text{Cu(I)}\text{--In--S}$ yarımkeçirici təbəqələrin qaranlıq müqaviməti K.54.410 qurğusundan istifadə etməklə ölçüldü. İkinci dərəcəli elektron rejimində JEOL JSM-6390 LA skan edən elektron mikroskopunda əldə edilmişdir. Yarımkeçirici təbəqələrin keçiricilik tipi termo e.h.q.-ni ölçülməklə müəyyən edilmişdir.

$\text{Cu}_2\text{S--In}_2\text{S}_3$ sistemində təbəqələrin hidrokimyəvi sintezi şərtlərini müəyyən etmək üçün hidrokسيد sistemində mis və indium sulfidlərinin birgə əmələ gəlməsinin konsentrasiya diapazonları və pH-ı ilkin olaraq qiymətləndirmə yolu ilə hesablanmışdır. Alınmış nəticələrin təhlili göstərdi ki, Cu_2S və In_2S_3 -ün birgə çökməsi 3,5-dən 10-a qədər pH diapazonunda, mümkündür. Nanosistemlərin əmələ gəlməsinin ümumi prinsipləri və mexanizmi nəzərə alınmaqla hesablanmış şərtlər üçün mis və indium sulfidlərinin birgə kimyəvi çökdürülməsi üzrə təcrübələr nəticəsində dielektrik altlığa yaxşı yapışan güzgü Cu–In–S təbəqələri əldə edilmişdir. Elektron mikroskopiya məlumatlarına görə, reaksiya qarışığına indium duzunun əlavə edilməsi kristallitlərin ölçüsünün 76-230 nm diapazonunda dəyişməsinə (şəkil) səbəb olur. Çökdürmənin temperaturunun artması ilə orta ölçüsü 100–230 nm olan hissəciklərdən $\text{Cu}_2\text{S--In}_2\text{S}_3$ təbəqələri əmələ gəlir.



Şəkil. $\text{Cu}_2\text{S--In}_2\text{S}_3$ təbəqələrinin SEM təsviri T,K: 333 (a) , 343 (b) və 353 (c)

Yarımkeçirici təbəqənin qalınlığı 333-353 K temperatur diapazonunda sintez temperaturundan eksponensial asılılıqla təsvir olunur. Sintez edilən yarımkeçirici $\text{Cu}_2\text{S--In}_2\text{S}_3$ birləşmələrinin qaranlıq müqaviməti temperaturun artması ilə azalır. Bu tədqiqatlar üçqat və dördqat birləşmələrin kimyəvi üsulla alınması sahəsində mühüm bir addımdır.

Ədəbiyyat

1. X. H. Xu et. al. Solar Energy Materials and Solar Cells. 2011. Vol.95. P.791-796.
2. S. Fiechter. Phys. stat. sol. (b). 2008. Vol.245. No.9. P.1761-1771.
3. E. Maier et. al. Solar Energy Materials and Solar Cells. 2011. Vol.95. P.1354-1361.

PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF THE HETEROJUNCTION OBTAINED ON THE BASIS OF TLGASE2-TLSE(GE)

Aliyeva A.Y., Abasova A.Z.*

Baku State University

aytacle2001@gmail.com

The development of solid-state physics and electronics requires the acquisition of new high-sensitivity materials and the investigation of their application areas.

$A^I B^{III} C_2^{VI}$ triple semiconductor compounds attract attention due to their interesting physical properties. Similar to $A^{III} B^{VI}$ double compounds, $A^{III} B^{III} C_2^{VI}$ compounds also have a defective structure. The large concentration of defects leads to disorder, which in turn leads to specific characteristics.

The TlGaSe₂ crystal, included in the $A^{III} B^{III} C_2^{VI}$ group, has become an object of intensive research due to its photoelectric, optical and other properties [1,2]. The photoelectric property of the heterojunction obtained on the basis of TlGaSe₂ was considered in this work.

Pure TlSe has p-type conductivity. However, studies have shown that the doped of Ge changes the type of TlSe, convert it n-type. Heterojunctions were created by growing TlSe thin films on TlGaSe₂ substrates and their photoelectric properties were studied [3]. It was determined that the properties of such heterojunctions depend on the surface condition of the substrate and the deposition method of TlSe thin films.

In this work, a layer with a thickness of 5-10 μm is deposited on the clean surface of TlGaSe₂ monocrystals by thermal evaporation and is boiled for 30-50 minutes at a temperature of 200 C. Ohmic contact from silver paste was placed on the received structure. The spectral dependence of the photoconductivity produced by illuminating the prepared heterojunctions in different directions is given in Figure 1 and Figure 2.

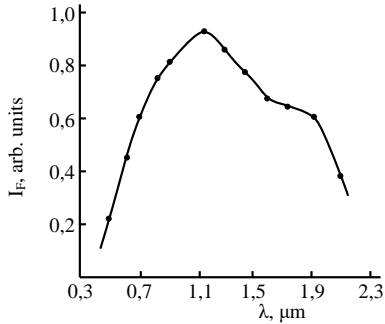


Figure 1. Relative spectral characteristics of photoconductivity in TlGaSe₂-TlSe(Ge) heterojunctions (illuminated by TlGaSe₂)

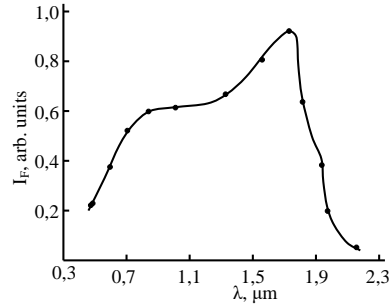


Figure 2. Relative spectral characteristics of photoconductivity in TlGaSe₂-TlSe(Ge) heterojunctions (illuminated by TlSe)

References

1. Бахышов А. Э., Мусаева Л. Г., Лебедев А. А., Якобсон М. А. Оптические и фотоэлектрические свойства монокристаллов TlGaSe₂. ФТП, т. 9, 1548, 1975.
2. Мусаева Л. Г., Мамедов А. М., Бахышов А. Э., Касумова Л. И. Элетрооптический эффект в TlGaSe₂. ФТП, т. 18, 1421, 1976.
3. Гашимзаде Ф. Н., Оруджев Г. Расчет энергетического спектра электронов полупроводниковых соединений со структурой селенида таллия. Докл. АН Аз.ССР, т. 36, № 12, 18-21, 1980

OPTİK HOLOQRAFIYANIN PRİNSİPLƏRİ

Əhmədova F.Y., Qasımova R.C.*

Bakı Dövlət Universiteti

fatimehmedova003@gmail.com

Mövcudluğu 1917-ci ildə A. Eynşteyn [1] tərəfindən əsaslandırılmış işıqın stimullaşdırılmış emissiyası fenomeni əsasında lazerlərin yaradılması optikanın inkişafına təkan olmuşdur. İlk lazer nəslı 1960-cı ildə Amerikalı fizik Teodor Mayman tərəfindən ilk lazer yaqut kristalları ilə əldə edilmişdir. "Holoqrafiya" termini Denis Qabor tərəfindən 1948-ci ildə təklif olunan xəyalların fotoqrafik üsulla dəqiq qeyd olunması və dalğa sahələrinin çevrilməsi metodunun təyini üçün verilmişdir.

Holoqrafiya interferensiyaya əsaslanır[3-4]. İnterferensiya dedikdə dalğaların eyni zamanda fəzada yayıldıkları zaman toplandıqları nöqtələrdə qarşılıqlı olaraq bir-birini gücləndirməsi və zəiflətməsi başa düşülür. Təbiət təkamül prosesində göz orqanlarına fazanı fiksə etmək imkanı verən mexanizmi işləyib hazırlamamışdır. Fazaya isə cismin həcmi haqqında geniş məlumat daxildir və biz onun böyük hissəsini itiririk. Göründüyü kimi bu

məqsədmüvafiqdir. Görünmə oblastının isə dalğa uzunluqları $0,4 - 0,7 \text{ mkm}$ –dir. Bu o deməkdir ki, istənilən fazaya həssas olan metod məsafələri həmin dəqiqliklə fərqləndirməyə imkan verərdi. İstənilən qədər mürəkkəb cismi işıqlandırdıqda onun hər bir nöqtəsi ikinci (əks olunmuş) dalğaların mənbəyi olur və fotolövhenin ölçüləri ilə müqayisədə cisimdən kifayət qədər böyük məsafələrdə bu dalğalar müstəvi dalğa kimi çox yaxşı təsvir oluna bilər. Əgər fotolövhenin müstəvisi cismin işıqlandırılması üçün istifadə olunan şüalanmanın (əsas dalğanın) bir hissəsi ilə işıqlandırılrsa, onda həmin müstəvidə güclü dalğa dəstəsi və cismin hər nöqtəsindən buraxılan dəstənin interferensiya zolaqları alınır.

İndi həmin cismin holoqramını almaq üçün fotolövhenin işıqlandırılması və kimyəvi yol ilə işlənilməsi kifayət edir. Holoqrafiyanın adı üsulla alınan fotoqrafiya ilə heç bir ümumi cəhəti yoxdur. Adi işıqdan istifadə etməklə biz holoqramda ilk baxışda müxtəlif şəffaflığa malik bir birini əvəz edən qarışıq mənzərədən başqa heç nə görə bilmərik. Holoqramın oxuna bilməsi üçün onun yazılması zamanı istifadə etdiyimiz güclü dalğa lazımdır. Həmin dalğa ilə işıqlandırıldıqda qeyd olunmuş difraksiya qəfəslərinin hər birində əşyanın müəyyən nöqtəsinə uyğun olan öz siqnal dalğası bərpa olunur. Buna görə də gözü holoqram arxasından fəzanın istənilən nöqtəsinə fokuslamaqla bütün bu nöqtələrin xəyallar toplusunu müşahidə etmək olar. Bu zaman cisim həcmli olan kimi qəbul olunur, çünki gözümüzü holoqrama paralel müstəvidə hərəkət etdirdikdə cismin xəyalını holoqramdan istifadə etməyib orijinala baxdığımız haldakı kimi görmək olar. Holoqrafiyanın informasiya texnologiyalarında tətbiqi üçün çox geniş imkanlar açılır. Bu mənada simvolları tanıyan holoqrafik qurğular maraqlı kəsb edir. Holoqrafiyanın həmçinin optik sistemlərində maraqlı tətbiqləri var.

Ədəbiyyat

1. Qasımova R. C. Kvant Elektronikası. Kvant elektronikasının əsasları . Bakı, Universitetinin nəşriyyat.-1991. -112 səh
2. Денисюк Ю. Н. Принципы голографии (Лекции).-Ленинград.- 1979.- 125 с.
3. Слабко В. В. Принципы голографии. Москва,Соровский-образовательный журнал. 1997. 87-94 səh
4. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография.- М.: Мир.- 1973.- 698

GÜCLÜ ELEKTRİK VƏ MAQNİT SAHƏLƏRİNDƏ DƏRİN TƏLƏLƏRƏ MALİK YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ CƏRƏYAN RƏQSLƏRİ

Ağayeva N.T., Mustafayeva R.K.*

Bakı Dövlət Universiteti

nezrinagayeva003@gmail.com

Güclü elektrik və maqnit sahələrində dərin tələlərə malik yarımkeçiricilərdə cərəyan rəqsləri nəzəriyyəsi qurulmuşdur [1-4]. İstinad edilən elmi işlərdə aşağıdakı sabitlər

$$\beta_{\pm}^{\gamma} = 2 \frac{d \ln \gamma_{\pm} U}{d \ln (E_0^2)}, \beta_{\pm}^{\mu} = 2 \frac{d \ln \gamma_{\pm} \mu_{\pm}}{d \ln (E_0^2)}$$

müsbət sabitlər kimi qəbul edilmişdir. Bununla belə, biz aşağıda göstərəcəyik ki, yük daşıyıcılarının səpilmə xarakterindən asılı olaraq β_{\pm}^{μ} mənfi qiymətlər ola bilər, β_{\pm}^{γ} sabitləri isə müsbət olaraq qalır. Bu nəzəri işdə $\beta_{\pm}^{\mu} < 0$ -da güclü elektrik $v_d > S$ və maqnit $\mu_{\pm} H_0 \gg C$ sahələrində xüsusi dərin tələlərə və iki növ yükdaşıyıcısına malik yarımkeçiricilərdə cərəyan rəqsləri nəzəriyyəsini quracağıq.

$$v_d = \mu_{\pm} E_0$$

v_d - yükdaşıyıcılarının sürüşmə sürəti, μ_{\pm} - dəliklərin və elektronların hərəkətliyi, E_0 - sabit xarici elektrik sahəsinin intensivliyi, H_0 - xarici maqnit sahəsinin intensivliyi, S - kristalda səsin sürəti.

Yarımkeçirici konsentrasiyası N_0 olan mənfi yüklü dərin tələləri mövcuddur. Bunlardan N hissəsi tək mənfi yüklü tələlərin konsentrasiyasıdır, N_- isə ikiqat mənfi yüklü tələlərin konsentrasiyasıdır

$$N_0 = N_+ + N_-$$

Yuxarıdakı tələ növləri olan yarımkeçiricilərdə elektronlar üçün davamlılıq tənliyi aşağıdakı formada olacaqdır:

$$\frac{\partial n_0}{\partial t} + \text{div} j_- = \gamma_-(0) n_{1-} N_- - \gamma_-(E) n_- N = \left(\frac{\partial n_-}{\partial t} \right)_{\text{pek}}$$

$$Z = \frac{\Delta V}{\Delta J} = \frac{1}{\Delta J} \int_0^{L_x} E(x, t) dx = \text{Re}Z + \text{Im}Z$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{Re}Z}{Z_0} = & x_+^2 \left\{ 1 + \varphi \left[(\cos \alpha - 1) + \frac{v_-}{\omega \beta_+^{\mu}} \sin \alpha \right] + \varphi_+ (\cos \alpha) - \right. \\ & \left. - \frac{ev\delta x}{\theta} \beta_+^{\mu} \left(\frac{\mu_+}{\mu_-} \right) \sin \alpha - \left(1 + \frac{v_-^2}{\omega^2} \right) \left[\frac{\mu_+}{\beta_+^{\mu} \beta_-^{\mu} \mu_-} + \frac{v_+}{\beta_+^{\mu} \omega \mu} \sin \alpha \right] \varphi_+ \right\} \end{aligned} \quad (2.17)$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{Im}Z}{Z_0} = & \frac{x_+}{\theta} \left[B n_+ v_+^E \mu_+ \beta_+^{\gamma} \left(1 + \frac{v_-^2}{\omega^2} \right) - B n_- v_- \mu_- \beta_-^{\gamma} \left(1 + \frac{v_+^2}{\omega^2} \right) \right. \\ & \left. + \frac{ev\delta x_+}{2} \left(\frac{\mu_+}{\mu_-} \right)^2 \cos \alpha \right] \end{aligned}$$

Xarici dövredə cərəyan rəqsləri başlayanda nümunənin cərəyan gərginliyi xarakteristikası qeyri-xətti olur. Bu halda, ReZ empedansının real hissəsi mənfi işarəyə malikdir. İmpedansın xəyali hissəsi ImZ hər hansı bir işarəyə malik ola bilər. Tənliyin həllindən omik müqaviməti R əlavə edərək

$$-\frac{ReZ}{Z_0} + R = 0 \quad \frac{ImZ}{Z_0} + \frac{R_1}{Z_0} = 0$$

alırıq.

Ədəbiyyat

1. Hasanov E. R., Demirel A. I., Panahov A. Z. Radiations of electron-type conductivity environment in electric and magnetic field, // Advanced Studies in Theoretical Physics 2013, Vol.8., №22, p. 1077-1086.
2. Aliev F. F., Hasanov E. R. Nonlinear Oscillations of the charge the Carriers Concentration and Electric Field in Semiconductors with Deep Traps, IOSR Journal of Applied Physics, Volume 10, Issue 1 Ver. II (Jan.-Feb. 2018), p. 36-42
3. Cumber D. E., Chynoweth A. G. Theory of negative-conductance amplification and of Gunn instabilities in two-valey semiconductors // IEEE Trans., 1966, ED-13, p.4-21
4. Demirel A. I., Panahov A. Z., Hasanov E. R. Radiations of electron -type conductivity environments in electric and magnetic field, Advanced Studies in Theoretical Physics, 2013, vol.8, N 22, p.1077-1086

Cu₃Ga₅Se₉ BİRLƏŞMƏSİNİN VAKUUMDA TERMİK BUXARLANDIRMA ÜSULU İLƏ NAZİK TƏBƏQƏSİNİN ALINMASI

Məmmədova S.E., Hüseynov Ə.H.*

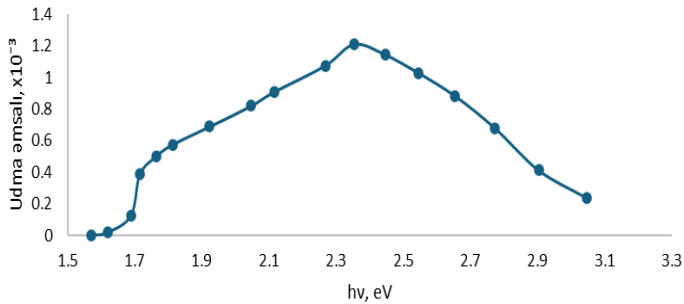
Bakı Dövlət Universiteti

memmedovasemafizika@gmail.com

Üçqat xalkogen birləşmələrin yarımkəçiricilər elektronikasında tətbiq sahəsi son zamanlar sürətlə genişlənir. CuGaSe₂ və CuInSe₂ birləşmələrinin bərk məhlulları əsasında hazırlanan günəş elementləri yüksək effektivliyə malik olmaqla bərabər, texnoloji cəhətdən asan emal edilə bilən və mürəkkəb funksiyaları yerinə yetirən elektron sxemlərində tətbiq olunan cihazlardır. İzoelementli Cu-Ga-Se üçlü sistemində müşahidə olunmuş Cu₃Ga₅Se₉ birləşməsi də praktik əhəmiyyət kəsb edən nirsıra fiziki xassələrə malikdir. Məsələn 200...350 K temperatur intervalında bu birləşmələrin fətohəsasslığı temperaturun artması ilə müntəzəm olaraq artır [1,2].

Xalkogen komponentlərin buxarında termik tablama yolu ilə Cu₃Ga₅Se₉ birləşməsində qeyri-tarazılıq yükdaşıyıcıların yaşama müddəti 10⁻⁷ saniyəyə qədər azaltmaq mümkündür ki, bununlada belə material əsasında yüksək tezlikli fotoelektrik çeviriciləri hazırlamaq olar. Digər tərəfdən lazer tablanması ilə Cu₃Ga₅Se₉ monokristallarında elektrik keçiriciliyin tipini dəyişdirmək olur.

Bu xassədən istifadə edərək $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Se}_9$ monokristallarının yüksək intensivlikli elektromaqnit şüalanmasının qəbuledici kimi fotodiodların hazırlanmasında istifadə edilməsi mümkündür. $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Se}_9$ birləşməsinin göstərilmiş praktiki əhəmiyyətinin nazik təbəqələrində də aşkar edilməsi onun elektronikada tətbiqinə geniş perspektivlər açar. Bu məqsədlə $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Se}_9$ birləşməsinin nazik təbəqələrinin vakuumba termik buxarlandırma üsulu ilə alınmasının texnologiyası işlənmişdir. Stexiometrik kimyəvi formula uyğun tərkibdə götürülmüş komponentlərin havası sorulmuş ampulada əridilməsi ilə sintez olunmuş birləşmədən müəyyən miqdar (300-500 mqr) ayrılmış maddənin qırıntıları volfram gəmiciyə tökülmüşdür. Universal vakuum kamerasında 10^{-4} mm.c.st. təzyiqində maddə 1350°C temperatura qədər qızdırılaraq buxarlandırılmışdır. Buxarın 250°C temperatura qədər qızdırılmış şüşə altlıq üzərində kondensasiya edilməsi ilə $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Se}_9$ birləşməsinin nazik təbəqi alınmışdır. $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Se}_9$ birləşməsinin nazik təbəqəsinin optik udma əmsalının



Şəkil. $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Se}_9$ birləşməsinin nazik təbəsinin optik udma əmsalının spektri

spektri təsvir edilmişdir. Spektrin uzundalğalı kənarında eksponensial asılılıq müşahidə olunur ki, bu da foton udulması ilə elektronların düzkeçidli zona-zona keçidinə təvafüq edir. Keçidin enerjisi 1.7 eV təşkil edir ki, bu da $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Se}_9$ birləşməsinin monokristalının qadağan olunmuş zonasının eninə uyğundur. Spektrin məxsusi udma oblastında fotonun enerjisinin artması ilə udma əmsalının müntəzəm artması və 2,38 eV enerjide maksimal qiymət almasını nazik təbəqənin valent zonasında alt zonaların hibritləşməsi və hal sıxlığının paylanması ilə izah etmək olar.

Ədəbiyyat

1. Gasanly N. M. Near-infrared photoluminescence and thermally stimulated current in $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Se}_9$ layered crystals: A comparative study. *Infrared Physics & Technology*, Volume 77, July 2016, Pages 8-11.
2. Guseinov A. Cathodo- and photoluminescence of $\text{Cu}_3\text{Ga}_5\text{Se}_9$ single crystals, *Inorg. Mater.*, 47 (2011), pp. 1049-1052

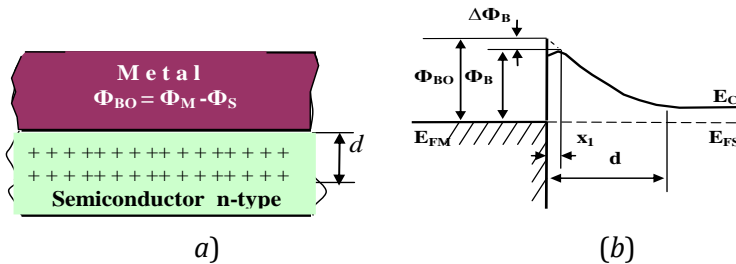
ŞOTTKI KEÇİDİNDƏ CƏRƏYAN AXININA ƏLAVƏ ELEKTRİK SAHƏSİNİN TƏSİRİ

Hüseynova S.M., Məmmədov R.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti

semengulhuseynova2@gmail.com

Düzləndirici (diod) xassəsinə malik olan metal-yarımkeçirici keçidlər (MYK) praktikada elektron cihazlarının sxem komponentləri kimi geniş istifadə olunur. Şottki diodu (ŞD) adlanan belə ideal keçidlərdə cərəyan axını əsasən



Şəkil 1. Şottki diodunun həndəsi quruluşunun enkəsiyinin (a) və energetik quruluşunun (b) təsviri.

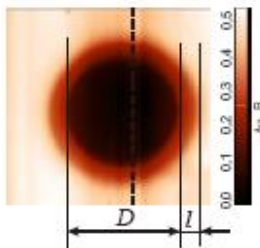
termoelektron emissiya nəzəriyyəsi ilə ifadə olunur və onun volt-ampere xarakteristikasının (VAX) ideallıq əmsali vahidə yaxın qiymət alır. Şottki modelinə görə məhdud olmayan kontakt səthli ideal MYK-nın təşkil olunduğu metalın çıxış işi Φ_M və n -tip yarımkeçiricinin Φ_S çıxış işindən böyük olarsa o diod xassəli olar. Potensial çəpərinin hündürlüyü $\Phi_B = \Phi_M - \Phi_S$ olan belə düzləndirici MYK - nın həndəsi quruluşunun en kəsiyinin təsviri şəkl.1a-da və bircəpərli energetik quruluşunun təsviri isə şəkl.1b-də verilmişdir.

Düzləndirici MYK-da cərəyan axını aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$I = I_0 \left[\exp\left(\frac{qU}{nkT}\right) - 1 \right] \text{ və } I_0 = SAT^2 \exp\left(-\frac{\Phi_B - \Delta\Phi_B}{kT}\right) \quad (1)$$

Burada, işarələmələr ümumi qəbul edilənlərdir.

İşdə qeyd olunur ki, məhdud kontakt səthinə malik real MYK-larda kontakt (sərhəd) səthi və onunla hüdudlanan yarımkeçiricinin və metalın sərbəst səthləri arasındakı potensiallar fərqi hesabına əlavə elektrik sahəsi (ƏES) yaranır (şəkl.2) [1] və onlar ikicəpərli energetik quruluş ilə təsvir olunur.



Şəkil 2. Düzləndirici Au-GaAs MYK-da ƏES-nin AQM təsviri.

Real MYK-larda kontaktın müəyən enə malik kənar hissəsində perimetr boyunca lokallaşan ƏES gərginliyi U_C yaranır və onun təsirindən Şottki diodunda əks istiqamətdə cərəyan axır. Xarici U gərginliyi verildikdə voltamper xarakteristikası aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$I_C = S_c A T^2 \exp\left(-\frac{\Phi_{BC}}{kT}\right) \left[\exp\left(\frac{-qU_C + qU}{n_1 kT}\right) - 1 \right] \quad (2)$$

Ədəbiyyat

1. Мамедов Р. К. Контакты металл – полупроводник с электрическим полем пятен, Баку, БГУ. 2003, 231 с.

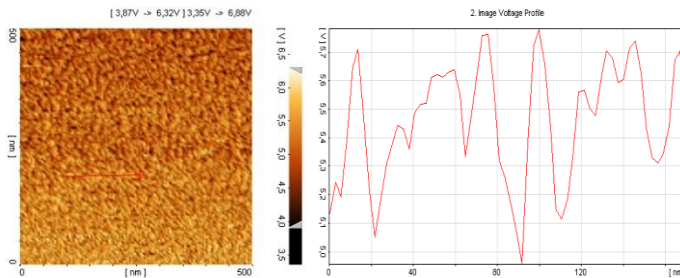
QEYRİ-BİRCİNS ELEKTRON EMİSSİYALI ŞOTTKI KEÇİDLƏRİ

Comərdova N.F., Məmmədov R.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti

comerdovanermin@gmail.com

Real metal-yarımkeçirici keçidlərin (MYK) kontakt səthləri adətən metal elektrodun polikristallıq təbiəti hesabına həmişə elektron emissiyası baxımından qeyri-bircins olur. İstənilən emitter səthinin əsas emissiya parametri çıxış işidir. Bütün maddələrin, o cümlədən kimyəvi birləşmələrin və bərk məhlulların çıxış işləri əsasən 2-6 eV intervalında yerləşir. Eyni zamanda o da müəyyən edilmişdir ki, monokristalların müxtəlif kristalloqrafik səthləri (hkl) müxtəlif çıxış işlərinə malikdir. Bu maddələrin atomları daha sıx yerləşən səthlərinin çıxış işi də böyük olur. Kristalloqrafik səthlərin çıxış işlərinin fərqi təxminən 1 eV qiymətinə çatır.

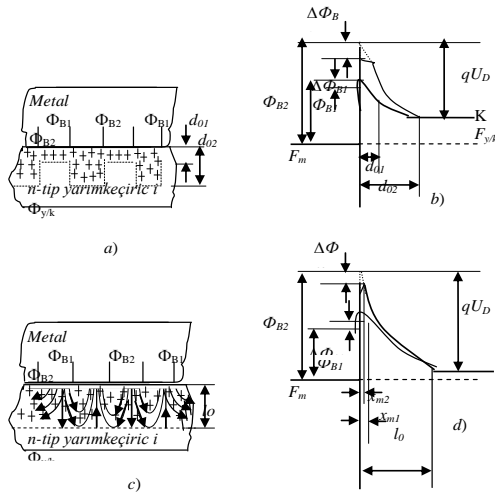


Şəkil 1. Nazik qızıl təbəqəsinin səthinin Atom Qüvvə Mikroskopu ilə çəkilmiş potensial təsvirləri.

İşdə nazik qızıl təbəqəsinin səthinin Atom Qüvvə Mikroskopu ilə çəkilmiş potensial təsvirləri (Şək.1) əytaflı təhlil edilmişdir. Bu təsvirlərdən metal səthinin müxtəlif kristalloqrafik orientasiyalı kristallitlərdən ibarət olduğu və

səth boyunca potensialın (çıxış işinin) müxtəlif qiymətlər aldığı, yəni qeyri - bircins olduğu aydın göstərilmişdir.

Qeyd olunur ki, real MYK - da sərhəd səthi əmələ gətirən və bir-birindən izolə edilmiş müxtəlif polikristal hissəciklərin lokal çıxış işləri ilə müəyyən olunsun idi, onda MYK sərhəddi (şək.2a) və hissəciklərin təklənmiş energetik quruluşu (şək.2b) kimi olardı. Müxtəlif lokal çıxış işli hissəciklər arasında kontakt potensiallar fərqi olmasa hesabına onların səthə boyunca yayılan və bir-birinə əks olan istiqamətlərə yönələn əlavə elektrik sahəsi (ƏES) yaranar (şək.2c) [1]. Real MYK iki potensial çəpərli energetik quruluşlu (şək.2d) olur və əsasən düzləndirici xassə daşıyır.



Şəkil 2. Qeyri-bircins kontakt səthli Şottki keçidinin sərhəd səthi (a,b) və iki potensial çəpərli energetik quruluşları (c,d).

Ədəbiyyat

1. Мамедов Р. К. Контакты металл – полупроводник с электрическим полем пятен, Баку, БГУ. 2003, 231 с.

QEYRİ-BİRCİNS QAZ BOŞALMASI PLAZMASINDA YÜKLÜ ZƏRRƏCİKLƏRİN KONSENTRASIYASI

Mustafayeva N.E., Hüseynov T.X.*

Bakı Dövlət Universiteti

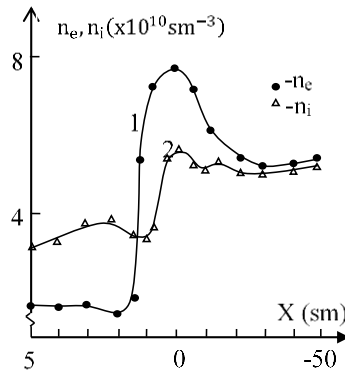
htarlan@mail.ru

Qaz boşalmasının müsbət sütunda mövcud olan problemlərdən biri müsbət sütunun diametrinin kəskin dəyişdiyi oblaslarda yaranan ikiqat elektrik təbəqələri və onlarla bağlı olan qeyri-bircinsliklərdir. En kəsiyi dəyişən

boşalma borularında yaranan ikiqat elektrik təbəqələrində yüklü zərrəciklərinin konsentrasiyasının, temperaturunun, potensialın paylanması və elektronların enerjiyə görə paylanma funksiyasının ölçülməsi ilə qeyri-bircins müsbət sütunda həyəcanlaşma və ionlaşma prosesləri haqqında çoxlu məlumatlar əldə etmək mümkündür.

Zond ölçmələri normal otaq temperaturunda, cıvə buxarının $p = 1,6 \cdot 10^{-1}$ Pa təzyiqində və boşalma cərəyanının $(5 \div 500) \cdot 10^{-3}$ A qiymətlərində ikiqat elektrik təbəqəsi oblastında həm radial, həm də aksial istiqamətlərdə aparılmışdır.

Şəkil 1-də boşalma cərəyanının $2 \cdot 10^{-1}$ A qiymətində elektronların (1-ci əyri) və



Şəkil 1. Elektronların (1-ci əyri) və ionların (2-ci əyri) konsentrasiyasının məsafədən asılılığı

ionların (2-ci əyri) ölçülmüş konsentrasiyalarının paylanmaları təsvir edilir. Həmin şəkildən görünür ki, boşalmanın daralma oblastında elektronların və ionların konsentrasiyası əvvəlcə kəskin artır, sonra isə maksimumdan keçərək, özünün dar borudakı qiymətinə qədər azalır. Mənfi və müsbət yüklü zərrəciklərin konsentrasiyasının paylanma əyrisi elektrik sahəsi intensivliyinin maksimumuna nisbətən bütövlüklə anod tərəfə sürüşür. Boşalma borusunun daraldığı hissədə sürətlənən elektronlar əlavə enerji aldığından, yüksək potensiallar tərəfdə ionlaşmaların sayı yüksəlir və buna uyğun olaraq, yüklü zərrəciklərin konsentrasiyası da artır. Müsbət sütunda, ikiqat təbəqədə elektronların konsentrasiyasının paylanma əyrisi, ionlarınkına nəzərən katod tərəfə sürüşür.

Ədəbiyyat

1. Guseinov T. Kh., Babaeva R. F., Rasulov E. A. Electric double layer of helium discharge in modulation regime // Mode. Russ Phys USA .2019, J 62. p.1685–1694

THE EFFECT OF EARLY ATOMS ON THE PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF GESE LAYERED MONOCRYSTAL

Ahmadova S.A., Alekberov A.S.*

Azerbaijan State Pedagogical University

selcanehmedova12@gmail.com

One of the main distinguishing features of layered crystals is the strong anisotropy of their physical properties, including photoelectric and optical properties. With this in mind, the photoconductivity (PK) spectrum of both GeSe and GeSe:Er single crystals was studied in polarized light.

As can be seen from the graph in Figure 1, in the FK spectrum of GeSe crystal, in the specific absorption region (at temperature $T=100\text{K}$, polarization $E//a$), the maxima of $h\nu_1=1.4\text{ eV}$ and $h\nu_2=1.57\text{ eV}$ related to the zone-to-zone transition were recorded.

Crystalline GeSe crystal is a straight-line semiconductor substance, the width of the forbidden zone at room temperature is $E_g=1.29\text{ eV}$ [1].

The $\Lambda_1 \rightarrow \Lambda_1$ transition is connected to a straight transition in the $E//a$ polarization and its energy is $h\nu_1=1.4\text{ eV}$.

The $\Lambda_2 \rightarrow \Lambda_2$ transition is connected to a straight transition in the $E//b$ polarization and its energy is $h\nu_2=1.57\text{ eV}$.

At low temperatures ($T=100\text{K}$) it is caused by the maximum exciton dissociation with energy $E=1.35\text{ eV}$ [2,3]. Various mechanisms of exciton photoconductivity in the crystal are claimed by the authors of [4,5]:

1. Exciton creates a photocurrent by scattering from oscillations-phonons and dissociating into electrons and holes in the crystal;
2. the transitions between the zones as a result of the deviation from the stoichiometry in the crystal stimulate the exciton conduction;
3. The exciton generated by light emits light by migrating or annihilating in the crystal.

Considerable addition of Er to the GeSe crystal and the fact that the Er atomic radius (0.96\AA) is much larger than the Ge atomic radius (0.67\AA) leads to the generation of additional defects in the crystal. Localization of additive atoms in vacancies reduces the number of vacancies and increases the concentration of new type of point defects - additive defects, which also create the maximum $h\nu_{\text{max}}=1.11\text{ eV}$ in the FC spectrum (Figure 2).

The subsequent increase in the concentration of the injected additive creates additional defects and atomic complexes between layers in the volume of the crystal, as a result of intercalation, while compensating cation vacancies, causing the deletion of fine structures recorded in the FC spectrum.

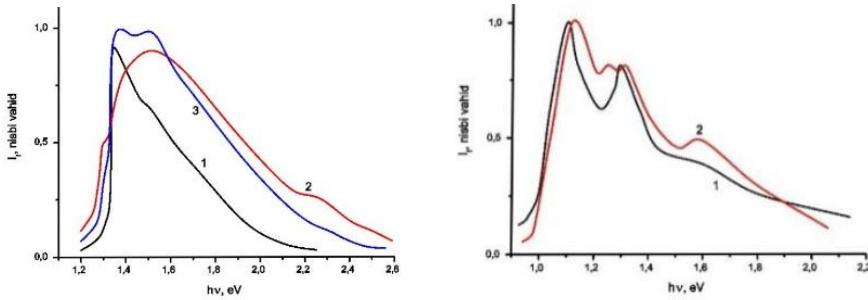


Figure 1. Figure 2.

Literature:

1. Dittmar G., Schafer H. Acta. crystallogr. B. **32**, (9) 2726 (1976).
2. Блецкан Д. И., Герасименко В. С., Сичка М. Ю. Кристаллография. **24**, (1) 83 (1979).
3. Блецкан Д. И. *Кристаллические и стеклообразные халькогениды Si, Sn и сплавы на их основы*. Ужгород, «Издательство Закарпатье» 2004.
4. Wiedemeier H., Siemers P. A., Anorg Z. Allg. Chem, **411**, (1) 90 (1975).
5. Kannevurf C. R., Kelly A., Cashman R. Y. Acta.crystallogr. **13**, (5) 449 (1960).

PAYLANMIŞ TUTUMUN UZUN BORUDA İONLAŞMA DALĞASININ YAYILMASINA TƏSİRİ

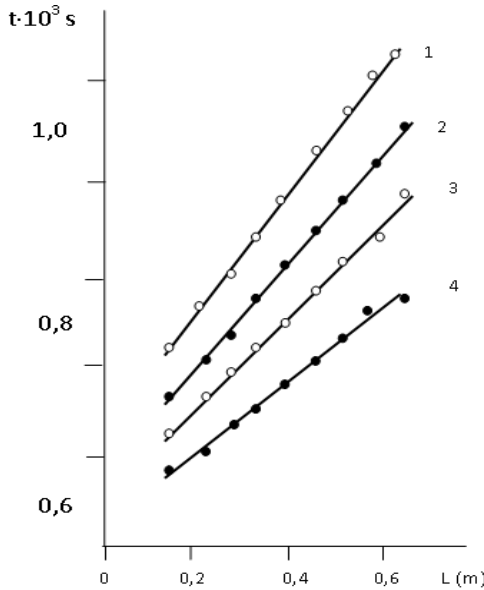
Süleymanova A.R., Ağayev M.N.*

Bakı Dövlət Universiteti

agayevm50@mail.ru

Uzun boruda qazın elektrik boşalması nəticəsində plazma və ətraf mühit arasında tutumun paylanmasının rolu bir sıra işlərdə göstərilmişdir. Əvvəlki işlərdə [3-5], ionlaşma dalğalarını öyrənərkən vahid uzunluğa görə paylanmış C_0 tutumu sabit qalır. Eyni zamanda bir çox praktik tədqiqatlarda paylanmış tutum borunun uzununa görə dəyişən kəmiyyət ola bilməsi göstərilmişdir. Boşalma dalğasının fiziki təbiətindən görünür ki, C_0 tutumu prosesi xarakterizə edən əsas parametrlərə təsir edir (cəbhənin sürəti və s.). Lakin dəyişən tutumlu aralıq boyunca ionlaşma cəbhəsinin yayılması üzrə olan xüsusi tədqiqatlar kifayət qədər aparılmamışdır. Bu baxımdan da tədqiqat işinin qarşısında paylanmış dəyişən tutumlu uzun boruda ionlaşma dalğasının yayılmasının öyrənilməsi məsələsi qarşıya qoyulmuşdur. Bunun üçün biz standart vakuum qurğusunda təzyiqin 0,27Tor qiymətində aparılmış təcrübədə alınmış nəticələrini araşdırmışıq.

Deşilmə dalğası şüşə qaz boşalması borusunda alınır. Elektrodlar arasındakı məsafə 96 sm, borunun daxili diametri 3,2 sm-dir. Elektrod kimi lüminessensiya lampalarında işlədilən volfram oksiddən istifadə olunmuşdur.



Şəkil 1.

Qidalandırma mənbəyi kimi səs generatorundan istifadə olunur. Bu generatorun çıxışında 60 V-a qədər sinusoidal gərginlik alınır, sonra isə transformatorun köməyi ilə 2 kV-a qədər artırılır. Tədqiq olunan boşalmada «kvazistasionar» rejimdə tələb olunan güc 1 Vt- dan artıq tələb olunmur. Tezlik 250 Hs-ə qədər artırılır. Yuxarı tezliklərdə ölçmə alınmır, nəticədə sürəti $10^4 \div 10^5$ sm/san intervalında dəyişən ionizasiya dalğası alınır. Alışdırıcı elektroda verilən gərginliyin artma sürəti $10^4 \div 10^5$ V/san intervalında dəyişir.

İonlaşma cəbhəsinin boru boyunca müxtəlif məsafələrdəki hərəkətinin zamandan asılılıq qrafikinə görə sürətin (v) qiymətini təyin etmək olar $t = F(L)$. Şəkildə arqon qazı üçün $P = 0,27 \text{ Tor}$, $U = 1200 \text{ V}$, tezliyin $f = 60 \text{ hs}$, $f = 80 \text{ hs}$, $f = 100 \text{ hs}$ və $f = 120 \text{ hs}$ qiymətlərində ionlaşma cəbhəsinin boru boyunca müxtəlif məsafələrdəki hərəkətinin zamandan asılılıq qrafiki verilmişdir. Bu zaman ölçmələr tutumun azalması istiqamətində aparılmışdır. Alınmış qrafikdən görünür ki, impulsun müxtəlif tezliklərində ionlaşma cəbhəsinin yayılma sürəti v boru boyunca sabit qalır. Bundan başqa başlanğıc rejimdə alışıdırıcı elektroda verilən gərginliyin kifayət qədər böyük qiymətində boru boyunca başlanğıc cəbhə sürəti dəyişir.

Ədəbiyyat

1. Агаев М. Н., Садыхзаде Г. М., Гулиев Р. А. Динамика развитие разряда в длинной трубке с переменной распределенной емкостью. «Материалы VI Республиканской конференции» «Современные проблемы физики» Баку, 2010, с. 80 – 81.

LiNbO₃-İN MÜXTƏLİF DOMENLƏRİNDƏ ALINMIŞ PbTe TƏBƏQƏSİNİN KEÇİRİCİLİYİNİN DƏYİŞMƏSİ

Rəhimova S.M., Sərməsov S.N.*

Bakı Dövlət Universiteti

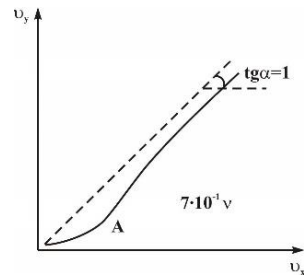
ssarmasov@rambler.ru

PbTe nazik təbəqələrinin göyərdilməsi prosesində elektrik keçiriciliyini ölçməyə və altlıq kimi istifadə olunan LiNbO₃ seqnetoelektrikin spontan polyarlaşma hallarının təsirini ayırd etməyə imkan vermişdir. Yarımkəçiricinin keçiriciliyinin maksimal dəyişməsinə nail olmaq üçün polyarlaşma yükünün səth sıxlığı yarımkəçiricinin vahid səthinə uyğun gələn sərbəst yükdaşıyıcıların sıxlığından böyük olmalıdır, yəni təbəqənin qalınlığı d , sərbəst yükdaşıyıcıların yarımkəçiricidə konsentrasiyası n olduqda $P_s > nd$ şərti ödənilməlidir. LiNbO₃ üçün $P_s = 3 \cdot 10^{14}$ olduğundan, n -PbTe təbəqəsi üçün elektronların konsentrasiyası $n \sim 10^{17} \text{sm}^{-3}$ həddinə uyğun gəlməlidir. Belə olduqda qalınlığın $d \sim 10^{-3} \text{sm}$ qiymətlərində kifayət qədər qarşılıqlı təsir mövcud olacaqdır.

Bizim eksperimentlərdə konkurent ərintidən göyərdilmiş LiNbO₃ monokristallarından istifadə olunmuşdur. Altlıq olaraq qalınlığı 1 mm olan lövhəciklər XY müstəvisinə paralel kəsilmiş və mexaniki hamarlanaraq O₂ atmosferində termik emal olmuşdur. Belə hazırlanan altlıqlarda polyarlaşma vektoru altlığın səthinə perpendikulyar yönəlir. PbTe-un molekullar dəstəsinin kondensasiyası altlığın temperaturu 300K, qalıq qazların təzyiqi

$2 \cdot 10^{-6} \text{mm.c.st.}$ olduqda eyni zamanda

ikinci altlığa göndərilir. Bu altlıqlar elə yerləşdirilir ki, onların polyarlaşma vektoru P_s qarşılıqlı əks, alınan təbəqələrin formaları və ölçüləri isə eyni olsun. Bu məqsədlə xüsusi maskadan istifadə olunur. Təbəqənin çökdürülmə sürətinin $\vartheta = 0.05 \div 3.5 \text{nm/san}$ intervalında PbTe mənbəyinin temperaturunu dəyişməklə tənzimləmək mümkündür. Göyərdilmə müddətində təbəqənin qalınlığı qiymətləndirilmiş və eksperimentin sonuna qədər nəzarətdə saxlanılmışdır. PbTe təbəqələrinin keçiricilik tipi göyərdilmə



Şəkil 1.

prosesində buxarlanma temperaturunu və sürətini tənzimləməklə dəyişdirilə bilər. Alınmış təbəqələrin strukturunun elektrik keçiriciliyinin qiymətinə təsirini aydınlaşdırmaq üçün elektron dəstəsinin difraksiyasından və elektron mikroskopu vasitəsilə tədqiqatlardan istifadə olunmuşdur. Ölçü üçün kontaktlar gümüş zolaqlar şəklində əvvəlcədən LiNbO_3 altlığına çəkilmişdir. Təbəqənin müqavimətinə mütənəsb olan gərginlik düşgüsü iki koordinatlı özüyazanla elə qeyd edilmişdir ki, yazılışda lentin hərəkət sürəti təbəqənin qalınlığının artması ilə təyin olunsun. Nümunələrdən birində gərginlik düşgüsü özüyazanın X kanalına, digər nümunədən isə Y kanalına verilmişdir. Göstərilən iki təbəqə eyni keçiriciliyə malik olduqda X və Y oxları eynihüquqlu olduğu üçün yazılışda əmələ gələn bucaq 45° və $tga = 1$ olacaqdır. Lakin təbəqələrin keçiriciliyi fərqləndikdə $tga \neq 1$ və $tga < 0$ hala uyğun gəlir ki, X oxuna qoşulan təbəqənin keçiriciliyi kiçik Y kanalına qoşulan nümunənin keçiriciliyi isə böyük olsun. Qurğunun həssaslığı təbəqələrin qalınlığı 0.15 mkm olduğdan sonra onların keçiricili-yini qeyd etməyə imkan vermişdir.

p-tip PbTe nazik təbəqələrinin elektrik keçiriciliyinin dəyişməsinin təbəqənin qalınlığının artmasından asılılığı şəkil 1-də təsvir olunmuşdur. Burada Y oxu üzrə LiNbO_3 domenləri müsbət polyarlaşma vektoruna malik altlıqda, X oxu üzrə mənfi polyarlaşma vektoruna malik altlıqda alınan təbəqələr qoşulmuşdur. Şəkildən görüldüyü kimi təbəqənin qalınlığının kiçik qiymətlərində $tga < 1$ olması, altlıqların polyarlaşma vektorunun təbəqənin keçiriciliyinə təsir etməsinin nəticəsidir. Buna səbəb «sahə effekti»-dir. Təbəqənin qalınlığı 0.35 mkm-dən kiçik olduqda təbəqələrin keçiriciliklərinin qiyməti 3÷4 dəfə fərqlənir. (A nöqtəsi üçün, $\sigma_y = 2 \cdot 10^{-6} \text{Om}^{-1}$, $\sigma_x = 7 \cdot 10^{-6} \text{Om}^{-1}$). Şəkildən görüldüyü kimi təbəqələrin qalınlığı artdıqca nümunələrin keçiriciliyi bərabərləşir və «sahə effekti» öz təsirini itirir. Eyni şərtlər daxilində n-tip PbTe tədqiq olunduqda oxşar mənzərə müşahidə olunursa $tga > 1$ olur. Bu da PbTe nazik təbəqələrinin keçiriciliyinə bilavasitə altlıqların domen strukturunun və polyarlaşma vektorunun təsirini sübuta yetirir.

MONTAJ ƏLAMƏTLƏRİNİN MÜƏYYƏN EDİLMƏSİ ÜSULLARI

Salahova D.R., Əliyev L.P.*

*Bakı Dövlət Universiteti
durdanes320@gmail.com*

Müasir dünyada audiovizual materiallar həyatımızın ayrılmaz hissəsinə çevrilsə də, onların həqiqiliyini və bütövlüyünün qorunub saxlanılmasına ehtiyac var. Video sübutların etibarlılığına təsir edən əsas amillərdən biri montajdır. Montaj əlamətlərinin müəyyən edilməsi videonun işlənməsinin əsas prinsiplərinə əsaslanır. Montaj video və ya audio yazıya təsir etmək üçün güclü bir texnikadır, video və ya audio yazının məzmununu təhrif etməyə və bəzən baş verənlərin mənasını tamamilə əksinə çevirməyə imkan verir. Videogörüntü

montaj olunubsa, ondan sübut kimi istifadə edilə bilməz, çünki onun məzmunu sonradan şübhə altına alınır [3]. Montajın iki növü var:

1. Mexaniki montaj. Mexaniki montaj maqnit lentinin kəsilib yarış-dırılması, lentin üzərindəki təbəqənin mexaniki yolla korlanması kimi halları əhatə edir.

2. Elektron montaj. Əvvəlcə elektron montaj iki videoregistratordan istifadə etməklə həyata keçirilirdi ki, onlardan biri oxutmaq, digəri isə yazmaq üçün işləyirdi. 1994-cü ildən elektron montaj xüsusi proqram təminatından istifadə etməklə kompüter üsulu ilə həyata keçirilir. Elektron analoq montaj informasiya daşıyıcısına, xüsusi halda maqnit lentinə yenidən yazılması, pozulması, dəyişdirilməsi kimi həyata keçirilir.

Mexanik redaktə yalnız analoq video yazılarına aiddir. Bununla belə, onlar elektron şəkildə də dəyişdirilə bilər. Əlbəttə ki, rəqəmsal qeydlər yalnız elektron redaktə üsullarına tabedir [1].

Bu işdə biz fiziki aspektləri nəzərə alaraq video yazılarda montaj əlamətlərini müəyyən etmək üçün müxtəlif üsullara baxacağıq.

Kinetik enerjinin təhlili:

Video montaj edilərsə bu zaman enerji və impulsun saxlanması kimi fiziki qanunları, eləcə də optika, akustika və hərəkət dinamikasının prinsiplərini poza bilər [2].

Səs dalğasının təhlili:

Audio səsdəki anomaliyaları, məsələn, səsin kəskin dəyişməsi və ya səs tembrinin dəyişməsi akustika qanunlarından və səs keçirmə prinsiplərindən istifadə etməklə aşkar edilə bilər.

Optik effektlərin təhlili:

Optik effektlərin təhlili üsullarının istifadəsi optik qanunlara zidd ola biləcək bulanıqlıq və ya işıqlandırma anomaliyaları kimi redaktə artefaktlarını aşkar edə bilər.

Hərəkət qanunlarından istifadə:

Hərəkət dinamikası qanunlarından istifadə etməklə video çəkilişlərdə obyektlərin hərəkətində baş verən dəyişikliklərin təhlili montajın nəticəsi ola biləcək uyğunsuzluqları müəyyən etməyə imkan verir.

Videoyazılarda fiziki aspektləri nəzərə almaqla montaj sübutlarının aşkar edilməsi üsulları videosübutların etibarlılığının və bütövlüyünün təmin edilməsində mühüm rol oynayır. Fiziki qanunları və prinsipləri başa düşmək və müvafiq analiz üsullarını tətbiq etmək montajı göstərən anomaliyaları müəyyən etməyə və video çəkilişlərin etibarlılığını təmin etməyə kömək edə bilər.

Ədəbiyyat

1. Musayev H. Ə., Əliyev L. P., Vəliyev H. T., Audio və videoyazıların məhkəmə kriminalistik ekspertizası. Bakı 2022.
2. Qocayev N. M. Mexanika, Bakı, 2003
3. Галяшина Е. И. Лингвистические методы выявления признаков монтажа и артефактов на фонограммах звучащей речи. Государственное учреждение «Экспертно-криминалистический центр МВД России». 2003

KVANT ÇUXURUNDA ZONALARARASI OPTİK UDULMA

Novruzova R.E., Qədirova İ.R.*

Bakı Dövlət Universiteti

rahidnovruzova@gmail.com

Təqdim olunan işdə düzbucaqlı potensial çuxurda elektronların zonalarası düz keçidləri halında işığın udulma əmsalı hesablanmışdır.

$-\frac{a}{2} < z < \frac{a}{2}$ intervalında potensial enerjisi $U(z) = 0$, bu intervaldan kənarında potensial enerjisi $U(z) = \infty$ olan sonsuz dərin birölçülü düzbucaqlı potensial çuxura malik olan yarımkeçirici strukturda elektronun dalğa funksiyasını

$$F_{n_i \vec{k}}(\vec{r}) = u_i(\vec{r}) \psi_{n_i \vec{k}}(\vec{r}), \quad (1)$$

$$\psi_{n_i \vec{k}}(\vec{r}) = \frac{1}{\sqrt{S}} e^{i\vec{k}\vec{\rho}} \varphi_{n_i}(z) \quad (2)$$

$$\varphi_{n_i}(z) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2}{a}} \cos n \frac{\pi}{a} z, n = 1, 3, 5 \dots \\ \sqrt{\frac{2}{a}} \sin n \frac{\pi}{a} z, n = 2, 4, 6 \dots \end{cases} \quad (3)$$

şəklində yazmaq olar [1]. Burada $u_i(\vec{r})$ - Brillüen zonasının mərkəzində $\vec{k} = 0$ Blox dalğa funksiyası, i - keçiricilik ($i = c$) və valent ($i = v$) zonasını, n_i isə altzonaları işarə edən indekslər, $\vec{r}(\vec{\rho}, z)$ - elektronun radius-vektoru, $\vec{\rho}(x, y)$ və $\vec{k}(k_x, k_y)$ - elektronun sahəsi S olan kvant çuxuru müstəvisindəki ikiölçülü radius-vektoru və dalğa vektorudur.

Elektronun keçiricilik və valent zonasındakı tam enerjisi aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$E_{n_c}(k') = \varepsilon_{n_c} + \frac{\hbar^2 k'^2}{2m_c} = \frac{\pi^2 \hbar^2 n_c^2}{2m_c a^2} + \frac{\hbar^2 k_1'^2}{2m_c} \quad (4)$$

$$E_{n_v}(k) = -E_g - \varepsilon_{n_v} - \frac{\hbar^2 k^2}{2m_v} = -E_g - \frac{\pi^2 \hbar^2 n_v^2}{2m_v a^2} - \frac{\hbar^2 k^2}{2m_v} \quad (5)$$

E_g - yarımkeçiricinin qadağan olunmuş zolağının enidir.

Sadə ikizonalı modelə baxaq və tutaq ki valent zonası elektronlarla tam dolmuş, keçiricilik zonası isə boşdur.

İşığın udulma əmsalı optik keçidlərin ehtimalı $W(\omega)$ vasitəsilə

$$\alpha(\omega) = \frac{nW(\omega)}{Nc} = \frac{2\pi n}{\hbar Nc} \sum_{if} |H_{fi}|^2 \delta(\varepsilon_f - \varepsilon_i - \hbar\omega) \quad (6)$$

kimi ifadə olunur. Burada $H_{fi} = \frac{eA_0}{mc} (\vec{\zeta} \vec{P}_{if}) - \hat{H}' = \frac{e\vec{A}}{mc} \hat{P}$ operatorunun matris elementi, m sərbəst elektronun kütləsi, $\vec{A} = A_0 \vec{\zeta}$ - elektromaqnit dalğasının vektor potensialı, $\vec{\zeta}$ - vahid polyarlaşma vektoru, $A_0 = \frac{\sqrt{2\pi N \hbar \omega}}{\omega/v}$, $v = \frac{c}{n}$ - faza sürəti, n - işığın sınma əmsalı, \hat{P} - impuls operatoru, N - vahid həcmdə fotonların sayıdır.

Elektronların $i(n_v, \vec{k})$ başlanğıc haldan $f(n_c, \vec{k})$ son hala zonalar arası optik keçidlərində impuls operatorunun matris elementləri üçün $(\vec{\zeta} \vec{P}_{if}) = (\vec{\zeta} \vec{P}_{cv}) \delta_{\vec{k}\vec{k}'} I_{n_c n_v}$ yazmaq olar, haradakı $P_{cv} = \frac{1}{\Omega} \int_{\Omega} u_c^*(\vec{r}) \vec{P} u_v(\vec{r}) d\vec{r}$ və

$$I_{n_c n_v} = \int \varphi_{n_c}^*(z) \varphi_{n_v}(z) dz \quad (7)$$

(6) - da δ -funksiya vasitəsilə inteqrallamadan sonra

$$\alpha = \frac{4\pi^2 e^2}{ncm^2 \omega} \left| (\vec{\zeta} \vec{p}_{cv}) \right|_{a+b}^2 \sum_{n_c n_v} |I_{n_c n_v}|^2 \frac{m_{cv}}{\pi \hbar^2} \theta(\hbar\omega - \varepsilon_{nc} - \varepsilon_{nv} - E_g) \quad (8)$$

alırıq. Buradan görünür ki, udulma kənarı üçölçülü kristalda udulma kənarına nəzərən ($\varepsilon_{nc} + \varepsilon_{nv}$) qədər yüksək tezliklər oblastına tərəf sürüşür, kvant çuxurunda zonalar arası udulma əmsalı tezliyin pilləvari funksiyasıdır, məxsusi funksiya effektiv kütlədən asılı olmadığı üçün $I_{n_c n_v} = \delta_{n_c n_v}$ olur və optik keçidlər valent və keçiricilik zonanın eyni saylı altzonaları arasında olur. Sadə zona quruluşlu kubik kristallarda işığın polyarlaşmasından asılılıq yoxdur.

Ədəbiyyat

1.Воробьев Л. Е., Ивченко Е. Л., Фирсов Д. А., Шалыгин В. А.
Оптические свойства наноструктур. Санкт-Петербург, Наука, 2001

GaS(Yb) MONOKRİSTALININ FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ RADİASIYA DEFİKTLƏRİNİN TƏSİRİ

Tağiyeva F.R., Allahverdiyev Ş.A.*

Bakı Dövlət Universiteti

Radiasiya materialşünaslığının əsas məsələlərindən biri mikroelektronika, fotoelektronikada, informasiya texnologiyasında yeni xassəli yarımkeçirici materialların alınması, fiziki xassələrinin tədqiqi və onların məqsədyönlü idarə edilmə üsullarının işlənməsidir. Ona görə də təqdim olunan işdə GaS(Yb) monokristalının fotokeçiriciliyinə γ -kvantların təsirinə tədqiqindən alınan nəticələr verilmişdir.

GaS monokristalları Bricmen-Stokberqerin istiqamətlənmiş kristallaşma üsulu ilə alınmışdır. Kristalların Yb atomu ilə (0.5;1.0) at% aşqarlanması, onların yetişdirilməsi zamanı həyata keçirilmişdir. Yetişdirilmiş GaS(Yb) monokristalın aşqarsız kristallar kimi p-tip keçiriciliyə malik olmuş və $\rho \sim 10^9$ Om·sm bərabərdir. Nümunələrin fotoelektrik xassələri 100-300 K temperatur intervalında ölçülmüş və ölçmə zamanı elektrometrik gücləndiricidən (V7-35), monoxromatik işıq dəstəsi almaq üçün MS3504i tipli monoxromatordan və işıq mənbəyi olaraq qalogen lampadan istifadə edilmişdir. Nümunələrin γ -kvantlarla şüalanması Co⁶⁰ qurğusunda aparılmışdır.

GaS(Yb) monokristallarının müxtəlif temperaturalarda volt-ampere xarakteristikası, fotokeçiriciliyi intensivliyin 10^2 - 10^4 V/sm intensivlikli elektrik sahələrində şüalanmadan əvvəl və sonra, qaranlıqda və işığın təsiri altında temperaturdan asılılığı tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, GaS(Yb) monokristalının fotokeçiriciliyinə γ -kvantların və elektrik sahəsinin birgə təsiri zamanı elektrik keçiriciliyinin azalması müşahidə olunur və bu azalma şüalanma dozasından asılı olur. Belə ki, aşağı şüalanma dozalarında ($D < 100$ krad) elektrik keçiriciliyi azalır, yüksək şüalanma dozalarında isə sabit elektrik sahəsində keçiricilik artır. Bu isə elektrik sahəsinin və şüalanmanın birgə təsiri zamanı defektlərin nizamlanmasının baş verdiyini və donor tipli defektlərin yarandığını göstərir. GaS(Yb) kristallarının fotoelektrik xassələrinin tədqiqi zamanı müəyyən edilmişdir ki, γ -kvantların təsiri ilə yaranan defektlər mütəhərrik defektlərdir və onların elektrik sahəsində stimullaşdırılmış diffuziyası nəticəsində defektlərin nizamlanması baş verdiyindən fotohəssaslıq artır. Yüksək şüalanma dozalarında komplekslərin dissosiasiya nəticəsində nöqtəvi defektlərin konsentrasiyası artdığından keçiricilik azalır.

Ədəbiyyat

1. Abdinov Ə. Ş., Mehtiyev N. M. Optoelektronika, Bakı, “Maarif”, 2005, 410 s.
2. Madatov R., Komarov F., Komarov A., Ahmadov F., Garibova A., Mustafayev Y., Tagiyev T., Jahangirov M., Nacafov A., Rutherford backscattering studies of H_2^+ implanted GaS crystals, Radiasiya Tədqiqatları və Onların Praktiki Aspektləri VII Konfrans, 2013, Bakı, s. 49

MnIn₂Se₄ BİRLƏŞMƏSİNİN ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNİN TEMPERATUR ASILILIĞININ TƏDQIQI

Orucova Z.A., Niftiyev N.N.*

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

orucovazohre1@gmail.com

Üçlü xalkogenid birləşmələr içərisində AB_2X_4 (burada A- Mn, Fe, Co, Ni; B- Ga, İn; X- S, Se, Te) tipli böyük sinif materiallar özünün mühüm fiziki xassələri sayəsində intensiv olaraq tədqiq edilir. Bu birləşmələrin əsasında lazerlər, işıq modulyatorları, fotodedektorlar, termorezistorlar və s. funksional qurğular yaratmaq üçün perspektivlidir. AB_2X_4 tipli birləşmələr sinfinə aid olan $MnIn_2Se_4$ – ün bəzi fiziki xassələri [1-3] işlərində tədqiq edilmişdir.

İşdə $MnIn_2Se_4$ birləşməsinin elektrikkeçiriciliyinin temperatur asılılığının tədqiqinin nəticələri verilmişdir. $MnIn_2Se_4$ birləşməsi heksaqonal quruluşa malik olub, elementar qəfəs parametrləri $a = 4,19$; $c = 12,9$ Å ; $c/a = 3,08$ - dir.

Məlumdur ki, iki növ yükdaşıyıcısı (elektron və deşik) olan yarımkeçirici üçün elektrikkeçiriciliyinin ifadəsini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\sigma = en\mu_n + ep\mu_p \quad (1)$$

Burada e – elektronun yükü, n – elektronların, p – deşiklərin konsentrasiyası, μ_n və μ_p – uyğun olaraq elektron və deşiklərin yürüklüyüdür. Məxsusi yarımkeçiricilərdə elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı

$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{\Delta E}{2kT}} \quad (2)$$

kimi ifadə olunur. Defekti olan mürəkkəb yarımkeçiricilərdə isə elektrik keçiriciliyi üçün ifadəni aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\sigma = \sigma_0 e^{-\frac{\Delta E_a}{kT}} \quad (3)$$

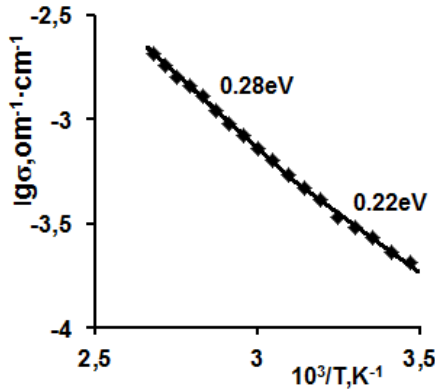
Nümunənin həndəsi ölçülərini (d – nümunənin qalınlığı, S – indium kontaktının sahəsi) və sabit gərginlikdə ($U = 5V$) müxtəlif temperaturlarda nümunədən keçən cərəyan şiddətini (I) bilməklə $MnIn_2Se_4$ birləşməsinin elektrikkeçiriciliyi (σ) belə hesablanmışdır:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} = \frac{Id}{US} \quad (4)$$

$\lg \sigma$ və $\frac{10^3}{T}$ üçün hesablanmış qiymətlərdən qurulmuş qrafik şəklidə göstərilmişdir. Şəkildən görünür ki, temperatur artdıqca yarımkeçiricinin elektrikkeçiriciliyinin qiyməti artır. Belə ki, $\sigma \sim \frac{10^3}{T}$ asılılığı müxtəlif meyllərə malik iki düz xətdən ibarətdir. Bu asılılıq əyrisindən

$$\Delta E_a = 0,2 \frac{\lg \sigma_2 - \lg \sigma_1}{\frac{10^3}{T_1} - \frac{10^3}{T_2}} \quad (5)$$

ifadəsindən



Şəkil 1.

yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisi hesablanmış və $E_1=0,22eV$ və $E_2=0,28 eV$ qiymətləri tapılmışdır.

Ədəbiyyat

1. Rincóna C., Torrresb T. E., Sagredob V., Sergio J. Jiménez-Sandovalc, E. Mares-Jacinto. The fundamental absorption edge in MnIn_2Se_4 layer semi-magnetic semiconductor // *Physica B: Condensed Matter* 477 (2015) 123–128.
2. Sagredo V., Attolini G., Musayeva N. $\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x\text{In}_2\text{Se}_4$ single crystals and their electrical properties // *Materials Engineering and Technology*, 2 (2009) 29–37.
3. Choi J., Choi S., Choi J. and et al. Magnetic and optical properties of MnIn_2Se_4 single crystal // *Journal of the Korean Physical Society*, 45 (2004) 672 – 674.

ГЕНЕРАЦИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ TlGaS_2

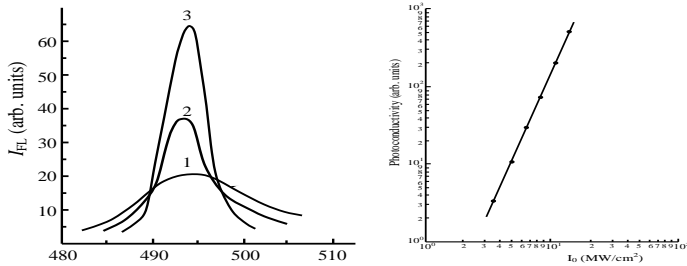
Гараева Ш.В., Мамедов Р.М.*

*Бакинский Государственный Университет
semsiyye2001@gmail.com*

В последнее время халькогениды таллия со слоистой структурой семейства III-III-VI₂, такие как TlBX_2 (B = Ga или In и X=S или Se), являются предметом интенсивных экспериментальных и теоретических исследований [1]. Эти халькогениды таллия относятся к моноклинной системе, и их пространственная группа C2/c. Решетка этих кристаллов состоит из чередующихся двумерных слоев, расположенных параллельно плоскости (001). В настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования люминесценции кристаллов TlGaS_2 , под действием лазерного излучения.

Каждый последующий слой поворачивается на угол 90° по отношению к предыдущему слою. TlGaS_2 , член этого семейства кристаллов, представляет собой полупроводник с непрямой запрещенной зоной около 2,46 эВ и 2,55 эВ при 300 и 10 К соответственно [2,3]. Прямая ширина запрещенной зоны кристаллов TlGaS_2 при T=10 К составляет 2,664 эВ [4].

Особый интерес представляют исследования спектров фотолюминесценции кристаллов TlGaS_2 при различных интенсивностях возбуждения (рис. 1,а). Как видно из рисунка, увеличение мощности накачки от 2 MВт/см^2 до 12 MВт/см^2 приводит к значительному увеличению интенсивности фотолюминесценции. На рисунке 1, б представлена зависимость интенсивности фотолюминесценции ($I_{\text{люм.}}$) TlGaS_2 в максимуме длины волны ($\lambda=470$ nm), от интенсивности лазерного излучения $I_{\text{лаз.}}$. Видно, что эта зависимость носит сублинейный характер, $I_{\text{люм.}} \sim I_{\text{лаз.}}^4$. Это свидетельствует о том, что при высоких уровнях оптического возбуждения в тонких пленках TlGaS_2 происходит усиление света.



а **б**
Рис.1. а-Спектры фотолюминесценции кристаллов $TlGaS_2$ при трех интенсивностях возбуждающего лазерного излучения, $I_{\text{лаз}}$ (MW/cm^2): 1-2; 2-6; 3-12. б - Зависимость интенсивности фотолюминесценции ($I_{\text{люм.}}$) в максимуме длины волны ($\lambda=470$ nm), от интенсивности лазерного излучения $I_{\text{лаз}}$.

Литература

1. Yuksek N. S., Gasanly N. M., Aydin I. A., Ozkan H. and M. Acikgoz Cryst M. Res. Technol. 39, No.9, 800-806(2004).
2. Kato A., Nishigaki M., Mammedov N., Yamazaki M., Uchiki H. and Iida S., J. Phys. Chem. Solids 64, 1713 (2003).
3. Salmanov V. M., Guseinov A. G., Salmanova A. A., Mamedov R. M., Optics and Spectroscopy, 2022, v. 130, is. 10, pp. 513-516.
4. Kato, Nishigaki M., Mammedov N., Yamazaki M., Uchiki H. and Iida S., J. Phys. Chem. Solids 64, 1713 (2003).

ANİZOTROP MÜHİTLƏRDƏ TEMPERATUR QRADİENTİ OLANDA ENİNƏ VƏ UZUNUNA TERMOMAQNİT DALĞALARININ HƏYƏCANLANMASI

Qurbanova F.E., Həsənov E.R.*

Bakı Dövlət Universiteti

fatimaqurbanova133@gmail.com

[1] işində isbat edilmişdir ki, sabit temperatur qradiyenti olan plazmada hidrodinamik hərəkətlər, maqnit sahəsi yaranır. Belə bir plazmada yalnız maqnit sahəsinin rəqs termomaqnit dalğaları həyəcanlanır. Xarici bir maqnit sahəsinin olması halında, termomaqnit dalğalarının dalğa vektoru maqnit sahəsinə perpendikulyardır və $\vec{H}, \vec{\nabla}T$ müstəvidə yerləşir. Temperatur qradiyenti zamandan və koordinatlardan asılı deyil. Yük daşıyıcılarının Larmor tezliyi onların toqquşma tezliyindən azdır, yəni.

$$\omega\tau \ll 1, \omega = \frac{eH}{mc}$$

[2,3]-də isbat edilmişdir ki, keçirici bərk cisimlərdə yükdaşıyıcıların axını hidrodinamik hərəkətlər yaradır və buna görə də keçirici mühitlərdə

termomaqnit dalğalarını həyəcanlandırmaq mümkündür. [4]-də isbat edilmişdir ki, elektrik keçiriciliyi tenzorunun σ_{ik} qiymətindən asılı olaraq anizotrop keçirici mühitlərdə bir neçə termomaqnit dalğası həyəcanlanı bilər. Bu nəzəri işdə isbat edəcəyik ki, tenzorun σ_{ik} qiymətindən asılı olaraq anizotrop keçirici mühitlərdə müxtəlif tezlikli bir neçə termomaqnit dalğaları eyni vaxtda həyəcanlanır. Termomaqnit dalğalarının dalğa vektoru temperatur qradienti $\vec{k}||\vec{\nabla}T$ (uzununa dalğa) boyunca yönəldildikdə biz termomaqnit dalğalarının tezliklərini təyin edirik. İsbat edək ki, $\vec{k}||\vec{\nabla}T$ (uzununa dalğa) və $\vec{k} \perp \vec{\nabla}T$ (eninə dalğa) termomaqnit dalğaları böyüyə bilər (sabitlik).

Termomaqnit dalğasının artma sürəti $\vec{k}||\vec{\nabla}T$ və $\vec{k} \perp \vec{\nabla}T$ olduqda əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir.

1. Eninə termomaqnit dalğaları $\vec{k} \perp \vec{\nabla}T$

$\vec{k} \perp \vec{\nabla}T$ olduqda koordinat sistemini seçə bilərik

$$k_1 \neq 0, k_2 = k_3 = 0, k_1 \frac{\partial T}{\partial x_1} = (\vec{k} \vec{\nabla} T) = 0, \frac{\partial T}{\partial x_2} \neq 0, \frac{\partial T}{\partial x_3} = 0$$

$\zeta = \frac{1}{2}(w_{22} + w_{33}) - \frac{1}{2} \frac{c^2 k^2}{w_{22} + w_{33}}$, əgər $w_{22} + w_{33} \gg ck, w_0 = 2(w_{22} + w_{33})$ tezliklə dalğa artır.

2. Uzununa termomaqnit dalğası $\vec{k}||\vec{\nabla}T$

$\vec{k}||\vec{\nabla}T$ şərtində koordinat oxlarını elə seçə bilərik ki, $k_1 = k, k_2 = k_3 = 0, \frac{\partial T}{\partial x_2} =$

$$\frac{\partial T}{\partial x_3} = 0, k_1 \frac{\partial T}{\partial x_1} \neq 0, \frac{\partial T}{\partial x_2} \neq 0, \frac{\partial T}{\partial x_3} = 0, x_1 = \frac{2\pi}{3}, w_1 = \frac{2\pi}{3} \cdot \frac{1}{\xi}, w_0 = -\frac{w_{22}}{2\pi} \cdot \frac{2\pi}{3} = -\frac{w_{22}}{3}$$

- dən görünür ki, $w_0 = -\frac{w_{22}}{3}$ tezliyi olan dalğalar artacaq.

Beləliklə, anizotrop keçirici mühitlərdə müxtəlif tezlikli termomaqnit dalğaları həyəcanlanır. Bu dalğalar $\vec{k}||\vec{\nabla}T$ uzununa və $\vec{k} \perp \vec{\nabla}T$ eninə ola bilər.

Ədəbiyyat

1. Гуревич Л. Э., Гасанов Э. Р. Теория спонтанных колебаний тока в кристаллах типа германия, легированного золотом, ФТП т.3, N8, 1969, p. 1201-1206

2. Hasanov E. R., Islamzade A. V., Hasanov H. Sh. Thermomagnetic waves in anisotropic conductors, International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" (IJTPE), Issue 26, Vol. 8 N1, 2016, p.50-54

3. Hasanov E. R., Novruzov M. F., Panahov A. Z., Demirel A. I. "Instability of Thermomagnetic Waves in the GeAu Semiconductors with Impurities", India, International Journal of Pure and Applied Physics, Vol. 4, N1, 2008, p.23-28

4. Hasanov E. R., Novruzov M. F., Danahov A. Z., Demirel A. I. "Energy Generation and Amplitude of Thermomagnetic Waves in the Conducting Medium", London, England, Modern Phys. B, Lett., Vol. 22, N6, 2008, p.455-457.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYSTYRENE AND ZnO (PS/ZnO) BASED NANOCOMPOSITES

Dadashova V.V., Aliyeva A.M.*

Baku State University

rahimli.almara@gmail.com

Over the past few decades, various research groups have become interested in organic-inorganic nanocomposite materials [1-3]. The mechanical, optical, chemical, and physical properties of these composites differ from those of their parent polymer and nano filler. Because they are inexpensive, lightweight, resistant to corrosion and moisture, and have a straightforward synthesis method, polymers make an excellent host matrix for the development of nanocomposite materials [4, 5]. Polystyrene (PS) stands out among other polymers because of its unique qualities such as light weight, cost-effectiveness, transparency, and optical stability. It is highly biocompatible, chemically, electrically, and mechanically stable. It is a stiff, easily processed,

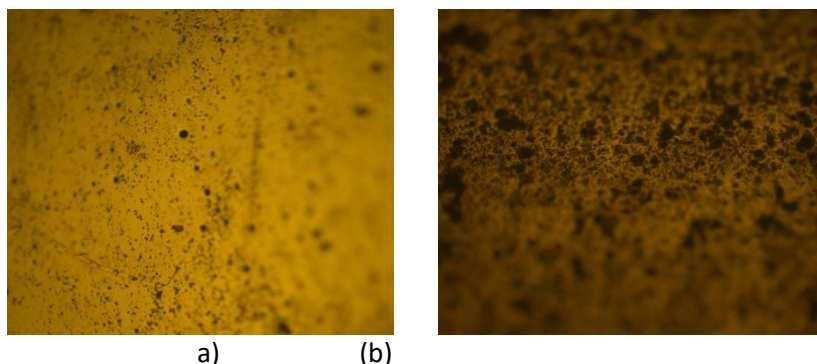


Fig. 1. Optical microscope images of (a) 1 % ZnO doped PS membrane
(b) 10 % ZnO doped PS membrane

recyclable, and reusable material [6, 7]. Among variety of inorganic nanofillers, ZnO is highly crystalline, direct wide band gap and environmental friendly semiconductor material. It is a non-toxic material with a large excitation binding energy (= 60 meV) and band gap of 3.37 eV [8, 9]. In present research work, ZnO doped polystyrene (PS) films were synthesized at room temperature via solution-cast technique.

Effect of nanoparticles on the surface of nanocomposite membrane is primarily investigated by optical microscope at higher dimension (100 X magnifications) as shown in Figure 1. This shows surface morphology and surface roughness have considerably changed after incorporating ZnO nanoparticles into the polystyrene matrix.

Thus, it was determined that at low filler concentration (1 wt%), particles (or small agglomerates) were well dispersed with a low amount of large agglomerates (Fig. 1a) PS/1%ZnO nanocomposite appeared to have more homogeneous distribution, containing the smallest and lowest occurrence of agglomerates. On the other hand, small agglomerates were observed in PS/10%ZnO nanocomposites. These findings demonstrate that for nanocomposites with low filler concentrations, nanoparticles serve as the nucleation center, and that increasing nanoparticle concentration leads to the destruction of the polymer's physical structure.

Reference:

1. Barala M., Mohan D., Sanghi S., Siwach B., Kumari S., Yadav S., Optical properties of PS/ZnO nanocomposites foils prepared by cast-ing method. AIP Conf. Proc. 2142, 150009 (2019)
2. Bhavsar S., Patel G. B., Singh N. L., Investigation of optical proper-ties of aluminium oxide doped polystyrene polymer nanocompos-ite films. Phys. B Phys. Condens. Matter (2018)
3. Alekseeva O. V., Barannikov V. P., Bagrovskaya N. A., Noskov A. V., DSC investigation of the polystyrene films filled with fullerene. J. Therm. Anal. Calorim. 109, 1033–1038 (2012)
4. Sabbar A. N., Mohammed H.S., Ibrahim A.R., Saud H. R., Thermal and optical properties of polystyrene nanocomposites reinforced with soot. Oriental J. Chem. 35(1), 455–460 (2019)
5. Suganya R., Krishnaveni N., Facile polystyrene/ZnO/Fe₃O₄ nano-composites prepared via a hydrothermal approach for enhancement of MB dye degradation. Res. Chem. Intermed. 45, 287–301 (2019)

DAR QADAĞAN ZOLAQLI YARIMKEÇİRİCİ ƏSASLI KVANT TƏBƏQƏSİNDƏ ELEKTRON QAZININ İSTİLİK TUTUMU

Rəsulova D.F., İsmayılov T.H.*

Bakı Dövlət Universiteti

dilberresulova1911@gmail.com

Yarımkeçiricilər fizikası sahəsində, dar diapazonlu yarımkeçirici əsaslı kvant təbəqələri daxilində məhdudlaşan elektron qazının tədqiqi kvant hesablamalarında, termoelektrik cihazlarda və nanostrukturulu sensorlarda potensial tətbiqləri səbəbindən əhəmiyyətli maraq qazanmışdır. Bu cür sistemlərin istilik xüsusiyyətlərini, xüsusən də elektron qazın istilik tutumunu başa düşmək cihazın işini optimallaşdırmaq və yeni funksiyaları araşdırmaq üçün vacibdir.

Temperatur artdıqca istilik tutumu bərabər bölgü teoreminin diktə etdiyi klassik həddinə yaxınlaşır. Bu rejimdə istilik tutumu elektron qazın vəziyyətlərinin sıxlığından asılıdır, buna yarımkeçirici materialın zolaq quruluşu və kvant təbəqəsinin tətbiq etdiyi məhdudiyət potensialı təsir edir [3,4]. Heterostruktur kvant quyularında kvazi-iki ölçülü elektron qazı həm fundamental, həm də tətbiqi maraq doğurur, çünki daşıyıcı enerjinin məkan kvantlaşması maraqlı aşağı ölçülü effektlərin təzahürünə gətirib çıxarır. İki ölçülü elektron qazın maqnit sahəsindəki davranışı xüsusi maraq doğurur, çünki sonuncu sistemin xüsusiyyətlərini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər [1,2].

Ədəbiyyat

1. Baymatov P., Gulyamov A., Abdulazizov B. (2019). On the Heat Capacity of a Quasi-Two-Dimensional Electron Gas. *Advances in Condensed Matter Physics*, 2019, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2019/8317278>.
2. Blöchl P. (2009). Projector augmented-wave method. *Physical Review B*, 50(24), 17953-17979.
3. Majumdar A. (2004). Thermoelectricity in semiconductor nanostructures. *Science*, 303(5659), 777-778.
4. Tinkham M. (2004). *Introduction to superconductivity* (2nd ed.). Dover Publications.

AŞQARLI YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ ELEKTRİK VƏ MAQNİT SAHƏLƏRDƏ KİÇİK DƏYİŞMƏLƏRDƏ FLUKTASIYA DAYANIQSIZLIĞI

Səfərli A.R., Mustafayeva R.K.*

Bakı Dövlət Universiteti

safarliaysu2003@gmail.com

Fluktasiya qiymətləri $n'_+, \overline{E'}, \overline{H'}$ nümunə daxilində fərqli qiymətə malik olduqda fluktasiya dalğaları yaranır. Bu dalğalar müxtəlif şəraitdə arta və ya sönə bilər [1,2]. Fluktasiya dalğalarının artması yayıldıqca, onlar xaricə çıxa bilər, yəni dövrdə cərəyan rəqsləri ola bilər. Bu tip rəqslərə xarici qeyri-sabitlik deyilir. Xarici qeyri-sabitliklə nümunənin cari gərginlik xarakteristikası qeyri-xətti olur. Dövrədə qeyri-xətti xarakteristikası görünəndə nümunədən enerji çıxmağa başlayır. Radiasiya tezliyi real kəmiyyətdir, dalğa vektoru isə mürəkkəb kəmiyyətdir. Əgər fluktasiya dalğaları yalnız nümunə daxilində yayılırsa, onda tezlik kompleks kəmiyyət olur, dalğa vektoru isə real kəmiyyət və dayanan dalğaların vəziyyətindən müəyyən edilir, yəni.

$$\omega = \omega_0 = i\omega_1 \text{ və } K = \frac{2\pi}{L} n_1 \text{ (} n=0, \pm 1, \pm 2 \text{)} \quad (1)$$

L- dalğanın yayılmasına görə nümunənin ölçüsüdür.

Şərt (1) nümunənin daxili qeyri-sabitliyinin mövcudluğunu müəyyən edir. abbağər xarici elektrik sahəsi $\vec{E}_0 \parallel j'$, rəqslər uzununa, $\vec{E}_0 \perp j'$ olduqda isə rəqslər eninə adlanır.

$(n'_{\pm}, \vec{E}', \vec{H}') \sim e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)}$ yazaraq və [1-6] -da düsturlara istinad edərək dəşik cərəyan üçün

$$j'_{x+} = n_+ \mu_+ E'_x + \frac{n_+ \mu_+ E_0 ck}{H_0} \frac{ck}{\omega} (E'_x - E'_y) + n_+ \mu_+ E'_y + v_{1+} (1 + \beta_{1+}) n'_+$$

$$j'_{y+} = n_+ \mu_+ E'_y - n_+ \mu_{1+} E'_x + [v_+ (1 + \beta_+) + v_{1+} (1 + \beta_{1+})] n'_+$$

$$j'_{z+} = n_+ \mu_+ E'_z - \frac{n_+ \mu_{1+} E_0 ck}{H_0} \frac{ck}{\omega} (E'_y - E'_z) + n_+ \mu_{2+} E'_z + \frac{n_+ \mu_{2+} E_0 ck}{H_0} \frac{ck}{\omega} (E'_z - E'_x)$$

alırıq.

$$x_1 = \frac{r - x_0^4 - \varphi x_0^3 + \frac{v'_+}{v'_-} x_0^2 + |\theta| x_0}{3x_0^2 + 2x_0 \delta + |\theta_1|} \quad (2)$$

$$\varphi = \frac{v'_+}{v'_-} \beta_+ u \frac{\sigma_{1+} \omega_1}{\sigma_1 2\Omega'} \quad \delta = \frac{v'_+}{v'_-} + \frac{v'_-}{v'_+} \frac{\sigma_{1+}}{\sigma_1} \beta_+ u \frac{\omega_1}{2\Omega}$$

$$\theta = -\frac{v'_+}{v'_-} \beta_+ u \frac{\sigma_{1+} \omega_1}{\sigma_1 2\Omega} - \frac{v_+ v'_-}{v_+ v'_-} \frac{\sigma_{1-}}{\sigma_1} \beta_- u \frac{\omega_1}{\Omega}$$

$$\theta_1 = -\frac{v_+ v'_+}{v_+ v'_+} \frac{\sigma_{1-}}{\sigma_1} \beta_- u \frac{\omega_1}{2\Omega} - \frac{v_+ v'_-}{v_+ v'_-}, \quad r = \frac{v_+ v'_+ v'_-}{v_+ v'_-} \beta_+ \beta_- \ll 1$$

Nümunə daxilində həyəcanlı dalğaların artması üçün x_1 müsbət işarəsini alır. (2)-dən asanlıqla əldə edirik:

$$x_1 = \frac{v'_-{}^2}{4v_+ v'_+} \frac{1}{x_0} \quad (3)$$

$$x_0 = \frac{v'_+}{v'_-} \quad x_0 \gg x_1 \quad (4)$$

Beləliklə, (2, 3, 4)-dən

$$\omega_0 = v_- \frac{v'_+}{v'_-}, \quad \omega_1 = \frac{v'_-{}^3}{4v'_+{}^2}$$

$$H_0 = \frac{2C}{\mu_+} \frac{v'_+ v'_+{}^2}{v'_-{}^3} \beta_+ \quad E_0 = \frac{v'_+{}^E}{\sqrt{2} k \mu_+} \beta_+ \quad (5)$$

tapırıq.

Ədəbiyyat

1. Aliev F. F., Hasanov E. R. Nonlinear Oscillation Task for the Concentration of Field Carriers in Semiconductors with Deep Traps, Journal of Applied Physics (IOSR-JAP) e-ISSN: 2278-4861. Volume 10, Issue 1 Ver. II (Jan. – Feb. 2018), PP 36-42

2. Hasanov E. R., Hasanova R. A. External and Internal Instability the Medium Having Electron Type Conductivity, JOSR Journal of Applied Physics, Volume 10, Issue 3, Ver II (May-June 2018), pp. 18-26.

$(\text{Cu}_2\text{SnS}_3)_{0.7}(\text{ZnS})_{0.3}$, $(\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4)$ KRİSTALLARIN SİNTEZİ VƏ XARAKTERİZASİYASI

¹Xankişiyeva A.M., ^{1,2}Mursakulov N.N.*

¹*Bakı Dövlət Universiteti*

²*ETN Fizika institutu, ETN RTİ*

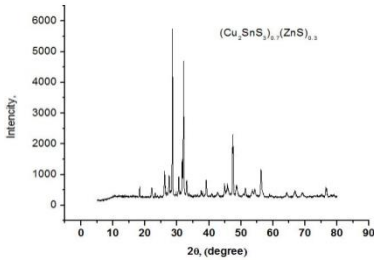
xankishiyeva@mail.ru

Elmi ədəbiyyatdan məlumdur ki, kesterit kristallik quruluşa malik $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{SeS})_4$ (ZSTS) birləşmələri nazik təbəqəli, Günəş enerjisi (GE) çeviricilərində tətbiq olunan xalkopirit kristallik quruluşa malik $\text{Cu}(\text{In,Ga})(\text{S,Se})_2$ (CIGSS) birləşmələrinin ucuz başa gələn və zərərsiz alınma texnologiyasına malik bir alternativini kimi qəbul edilir. Dördqat $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (ZSTS) birləşməsində $E_g=1.5\text{eV}$, optik udma əmsalı 10^4 cm^{-1} qiymətləri alır. Bu parametrlərə malik olması onu heteroqəçidlər əsasında GE çeviricilərində uducu lay qismində istifadə etməyə imkan verir. $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ sistemində Se elementinin S elementi ilə əvəz olunması ilə $E_g(0,8\text{-}1,7)\text{eV}$, $(\text{Cu}_2\text{SnS}_3)\text{-ZnS}$ sistemində isə $(1,2\text{-}3,5)\text{eV}$ aralığında dəyişir. Bu $(\text{Cu}_2\text{SnS}_3)\text{-ZnS}$ birləşməsi əsasında bərk məhlullardan $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4/(\text{Cu}_2\text{SnS}_3)_{1-x}(\text{ZnS})_x$ heteroqəçidlərində “pəncərə effekti” yaradan təbəqə kimi istifadə etmək olar. Ona görə $(\text{Cu}_2\text{SnS}_3)_{1-x}(\text{ZnS})_x$ bərk məhlullarının elektrofiziki və optik xassələrinin tədqiqi aktual bir məsələdir.

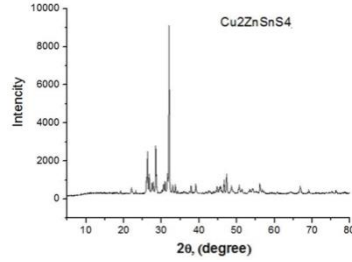
Bu işdə $(\text{Cu}_2\text{SnS}_3)_{1-x}(\text{ZnS})_x$ ($x=0\text{-}0,6$) bərk məhlulları SNOL markalı sobada sintez edilmişdir [1]. $x>0,6$ tərkibli $(\text{Cu}_2\text{SnS}_3)_{1-x}(\text{ZnS})_x$ bərk məhlulların xüsusi müqavimətinin böyük olması o tərkibdə nazik təbəqələrin sabit cərəyanla işləyən maqnetronunda tozlandırma üsulu ilə alınması mümkün olmamışdır. $(\text{Cu}_2\text{SnS}_3)_{1-x}(\text{ZnS})_x$ bərk məhlullarının $x<0,6$ olan tərkiblərin mikrostruktur (MSA), rentgen-difraksiya-faza (XRD), diferensial termik (DT), Raman spektroskopiyası analizləri edilmiş, optik xassələri tədqiq edilmişdir. MSA analizləri üçün “MicroOptix MX”, DT analizləri üçün “Termoscan-2”, XRD üçün “D2 Phaser (Bruker, Almaniya)” (Ni filtrlı $\text{CuK}\alpha$ - şüalanmasından istifadə etməklə), element analizi, Raman spektroskopiyası və fotoluminensensiya üçün “Nanofinder @30 (Tokyo Instr., Yaponiya)”, optik tədqiqatlar üçün isə “Specord 250+” və digər qurğulardan istifadə edilmişdir.

İşdə rentgen difraksiyası piklərinin (Şəkil 1.) təhlili, parametrik xüsusiyyətlərinin hesablanması və hər bir kristal üçün Şerrer qaydasından istifadə etməklə kristal tozunun ölçüsünün təyin edilməsi nəticələri verilir.

İşdə, həmçinin, maqnit sistemləri bir-biri tərəfə sürüşdürülmüş iki maqnetrondan eyni zamanda püskürdülmə sayəsində tədqiq olunan materialların nazik təbəqələrinin alınma imkanları onlar əsasında pilləli, varizon quruluşa malik heteroqəçidlər və onlar əsasında GE çeviricilərinin alınma perspektivlərinin olması göstərilmişdir.



Şəkil 1. Cu_2SnS_3 0.7(ZnS)0.3 kristalının XRD mənzərəsi



Şəkil 2. $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ kristalının XRD mənzərəsi

Nəticə. Cu_2SnS_3 -ZnS sistemində bir yeni $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ kristalı əmələ gəlir və rentgen tədqiqatları əsasında kristal qəfəs parametrləri hesablanıbdır. Rentgen difraksiya analizinin nəticələrinə əsasən deyə bilərik ki, $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ birləşməsi qəfəs parametrləri $a = 5,427$ olan tetraqonal sistemdə kristallaşır; $c = 10,848 \text{ \AA}$, sp.g. D11 2d-142m, sıxlığı $\rho = 4,55 \text{ q/sm}^3$

Ədəbiyyat

1. Abdulzadə N. N., Алиев И. И., Аскерова П. А., Ахмедова Д. А., Мур-сакулов Н. Н., Сабзалиева Ч. Э., Заманова А. К. Физико-химическое исследование системы Cu_2SnS_3 -ZnS, синтез $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ и их наноразмерных пленок для солнечных элементов. X Международная научно-техническая конференция «Микро- и нанотехнологии в электронике», 5с. 2018.

YENİ NƏSİL GÜNƏŞ ELEMENTLƏRİ ÜÇÜN HİBRİD NANOMATERIALLAR

Məmmədzadə A.M., Nuriyeva S.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti

arzu.memmedzade246@gmail.com

Son zamanlar mütəmadi yaranan enerji və ətraf mühit problemləri alternativ enerji mənbələrinin, əsasən də günəş elementlərinin istehsal sahəsinə marağın artmasına və bu sahədə tədqiqatların inkişafına səbəb olmuşdur[1-3]. Belə cihazların performansları onların materiallarının xassələrindən asılı olduğuna görə təmiz, səmərəli və dayanıqlı enerji təchizatı üçün təkmilləşdirilmiş tələblərə cavab verən yeni xüsusiyyətlərə malik innovativ materialların tapılması və ya mövcud materiallarının modifikasiyası mühim tədqiqat sahələrindən hesab olunur[4-5].

Günəş elementləri inkişaf xronologiyasına görə müxtəlif nəsillərə - nazik kristal təbəqələrdən başlayaraq üzvi və qeyri-üzvi nanoölçülü hibrid materiallar və ən son çox tətbiq edilən karbon nanoklasterləri əsasında alınan elektrod

materiallar sinfinə kimi müxtəlif cür təsnif edilir[6]. Əvvəlki nəsil günəş elementi materiallarının böyük istehsal xərclərinə, səmərəliliyi məhdudlaşdıran bir sıra amillərə və ekoloji uyğunsuzluqlara malik olduğundan material seçimi yeni yanaşmalara ehtiyac yarandı. “Nanofotovoltaiklər” adlandırılan yeni nəsil qurğular fotovoltaiklərin perspektivli gələcəyi hesab olunur .

Gələcək perspektivlərdə günəş elementlərində ilk sıralarda 1 ölçülü nanoquruluşlar ilə modifikasiya olunmuş karbon nanoklasterləri əsasında hazırlanmış materialların istifadəsi durur. Hər iki 1D materialların (nanonaqillər və karbon nanoboruları) birləşməsi onların günəş elementlərində potensial təbiiqlərini göstərən təkmilləşdirilmiş fiziki xüsusiyyətlər göstərə bilər. Bu birləşmənin digər üstünlüyü ondan ibarətdir ki, optik şəffaflığa və elektrik keçiriciliyinə, eləcə də yaxşı mexaniki elastikliyə malik bu materiallar asanlıqla bir-birinə şəbəkə şəklində bağlanaraq nazik təbəqə əmələ gətirə bilər.

Ədəbiyyat

- 1.Arco A. S., Bruce P., Scrosati B., Tarascon J. M. & van Schalkwijk W. (2005). Nanostructured materials for advanced energy conversion and storage devices. *Nature Materials*, 4(5), 366–377
- 2.Liu C., Li F., Ma L. P. & Cheng H.M. (2010). Advanced Materials for Energy Storage. *Advanced Materials*, 22(8), E28–E62
- 3.Yoo H. D., Markevich E., Salitra G., Sharon D. & Aurbach D. (2014). On the challenge of developing advanced technologies for electrochemical energy storage and conversion. *Materials Today*, 17(3), 110–121.
- 4.Gao M. R., Xu Y. F., Jiang J. & Yu S. H. (2013). Nanostructured metal chalcogenides: synthesis, modification, and applications in energy conversion and storage devices. *Chemical Society Reviews*, 42(7), 2986.
- 5.Balaya P. (2008). Size effects and nanostructured materials for energy applications. *Energy & Environmental Science*, 1(6), 645.

Pb_{1-x}Sn_xTe ƏSASINDA HAZIRLANMIŞ HETEROKEÇİDİNDƏ CƏRƏYANIN KEÇMƏ MEXANİZMİ

Əliyeva A.İ., Sərməsov S.N.*

Bakı Dövlət Universiteti
aytenaliyeva003@gmail.com

Elektronikanın və hesablama texnikasının sürətli inkişafı yarımkeçiricilər fizikasının qarşısında yeni tələblər, geniş dalğa intervalında işləyə bilən, xarici təsirlərə, yüksək radiasiyaya, böyük təzyiqə və yüksək temperatura davamlı yarımkeçirici maddələr və onların nazik təbəqələrinin alınmasını tələb edir. Məsələnin həlli üçün müxtəlif maddələrin qarşılıqlı təsiri öyrənilir.

Müxtəlif dielektrik alıtlıqlarda Pb_{1-x}Sn_xTe nazik təbəqələrində tərkibi

dəyişməklə epitaksiya üsulu ilə anizotip heteroqəçidlər $p - Pb_{0.7}Sn_{0.3}Te/n - PbTe$ alınmışdır. Bizim təcrübələrdə slüda və litium neobit altlıqlarında göyərdilən $Pb_{0.7}Sn_{0.3}Te/n - PbTe$ heterostrukturunun aşağı (maye azot) temperaturalarda volt-ampere xarakteristikaları tədqiq olunmuşdur.

Slüda və litium neobit altlıqlarının aşağı temperaturalarda göyərdilən $d_1 = 0.4$ mkm qalınlığı olan $Pb_{0.77}Sn_{0.23}Te$ təbəqəsi üzərində buxarlanma üsulu ilə alınan $d_2 = 1.6$ mkm qalınlıqlı orientasiyalı PbTe nazik təbəqələrindən təşkil olunan heteroqəçidin volt-ampere xarakteristikası yüksək düzləndirmə xüsusiyyətinə malikdir. Gərginliyin 0.1V qiymətində düzlənmə əmsali $k \cong 10^2 \div 10^3$ olur. Texniki işlənmiş $Pb_{1-x}Sn_xTe$ nazik təbəqələri üzərində PbTe təbəqəsinin göyərdilməsi prosesində struktur təkmilliyi saxlanılır [2].

Altlığın aşağı temperaturunda alınan oriyentasiyalı heteroqəçidlər üçün U_a -un qiyməti yüksək temperaturalarda alınmış heteroqəçidlər üçün qiymətdən demək olar ki, fərqlənir. Əsas yükdaşıyıcıların Holl effektindən təyin olunan konsentrasiyası bu halda $10^{18} sm^{-3}$ olur. $Pb_{1-x}Sn_xTe$ qadağan olunmuş zonanın eni $x=0.23$ və $x=0.3$ qiymətləri üçün uyğun olaraq 0.08 eV və 0.05 eV təşkil edir. Altlığın aşağı temperaturunda alınan oriyentasiyaya malik olmayan təbəqələrin heteroqəçidində U_a -nın qiyməti demək olar ki, bir tərtib böyük olur. Bu qiymət təbəqələrin defektli strukturu, teksturanın, kiçik dənəciklərin iştirakı ilə əlaqələndirilə bilər. Aşağı temperaturda oriyentasiyalı təbəqələrin heteroqəçidi tərsinə qoşulduqda axan əks cərəyanın qiyməti tətbiq olunan gərginliyin ~ 0.5 V qiymətinə qədər elektrik sahəsindən asılı deyildir gərginliyin sonrakı artımı desilmə səbəbindən əks cərəyanın artması ilə müşayiət olunur.

Kiçik düzünə gərginliklərdə və aşağı temperaturalarda tunel cərəyanları da əmələ gələ bilər, lakin axan cərəyanın temperaturdan güclü asılılığı generasiya rekombinasiya mexanizminin üstünlük təşkil etdiyini tunel cərəyanlarının iş ümumi cərəyanına kiçik pay verməsini nümayiş etdirir. Düzünə volt-ampere xarakteristikasında cərəyanın dəyişməsinin xətti hissəsinin $I=0$ -a ekstropolyasiyasının gərginlik oxundan ayırdığı hissə U_a ayrılma gərginliyi $p-n$ keçid oblastında potensial çəpərin hündürlüyünü təyin edir və kontakta gələn materialların qadağan olunmuş zonalarının enindən, Fermi enerjilərindən asılıdır. Nəzərə almaq lazımdır ki, U_a ədədi qiyməti aşqarların konsentrasiyasından asılıdır. Müəyyən olunmuşdur ki, hazırlanmış nümunələrin hamısı düzləndirmə əmsali $U=2V$ gərginlikdə $10^2 - 10^3$ olub diod xarakteri daşıyır.

Göstərilmişdir ki, heterostrukturun alınma şəraitindən və altlığın temperaturunun dəyişməsindən heteroqəçiddən cərəyanın axma mexanizmini dəyişdirmək mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Изопериодические гетеропереходы $Pb_{1-x}Sn_xTe(In)$. $PbTe_{1-y}Se_y$, полученные в сверхвысоком вакууме. Салаев Э. Ю., Нуриев И. Р., Назаров А. М. Прикладная физика, -2003, №4, -с.91-94.
2. Effect of gamma irradiation on conductivity of $Cd_{1-x}FexTe$. Mehrabova M. A., Nuriyev H. R., Orujov H. S. ФТТ, -2019, №12, - p.2312-2316.

HELİUM VƏ NEON TƏSİRSİZ QAZLARININ İSTİLİK KEÇİRİCİLİYİ

Əzimova L.Ü., Hüseynov T.X.*

Bakı Dövlət Universiteti

htarlan@mail.ru

Qaz boşalması plazması onu xarakterizə edən parametrlərlə öyrənilir. Plazmanın parametrlərini qabaqcadan bilərək lazım olan şəraitə uyğun plazma yaratmaq mümkün olur. Həmin parametrlərdən biri də plazmanın istilik keçiriciliyidir. Plazmada közərmiş teldən soyuq divara daşınan istilik miqdarının ifadəsindən istifadə etsək, aşağı temperaturlarda istilikkeçirmə əmsalını:

$$\chi = \frac{\ln(R_1/R_2)}{2\pi} \frac{d}{dT} (W_\chi \delta T_2). \quad (1)$$

ifadəsi ilə təyin edə bilərik. Burada R_1 , T_1 və R_2 , T_2 – uyğun olaraq, divarın radiusu və temperaturu, telin radiusu və temperaturu, δT_2 – temperaturu tel ilə ətrafdakı qazın temperaturları arasındakı fərqə görə təyin olunur. (1) ifadəsində istiliyin daşınma mexanizmlərinin birlikdə təsirini, konveksiya və şüalanmanı minimuma endirmək lazımdır.

Yüksək temperaturlarda isə plazmanın istilikkeçiriciliyi, adətən, onların elektrik keçiriciliyi əsasında təyin edilir, yəni elektrik qövs boşalmasının müsbət sütunun enerji balansı tənliyindən istifadə edilir:

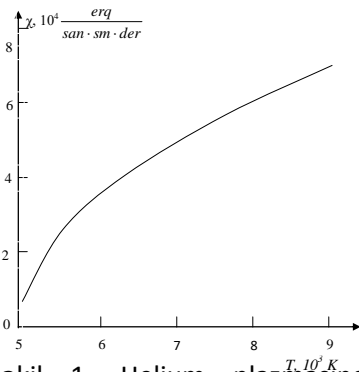
$$\chi = -E^2 \int_0^R \frac{\sigma(r) dr}{r dT/dr}. \quad (2)$$

Burada $T = T(r)$ – müsbət sütunda qazın radial istiqamətdə temperaturununun məlum paylanmasıdır. (2) ifadəsində şüalanma və konveksiya mexanizmləri nəzərə alınmır.

Ölçmələrdən məlum olmuşdur ki, aşağı temperaturlarda $T = (5 \cdot 10^3 \div 10^4)$ K istilikkeçiriciliyinə əsas payı χ_d - dissosiativ

həddin və yüksək temperaturlarda ($T \geq 10^4$ K)

χ_e - elektronların istilikötürmə əmsalının ver-diyi məlum olmuşdur. Digər həddlərin isə maksimumdan keçərək azaldığı məlum olmuşdur. Plazmanın istilikkeçirmə əmsalının tam qeyri-monoton gedişə malik olmasının səbəbi, istilikkeçirmənin dissosiativ maksimumunun kəskin dəyiş-məsidir. Həmin effekt biratomlu qazlarda (yəni təsirsiz qazlarda) baş vermir. Temperatur yüksəldikcə, biratomlu qazların istilikkeçiriciliyi də artır (şəkil 1).



Şəkil 1. Helium plazmasında ölçülmüş istilikkeçiriciliyinin temperaturdan asılılığı.

Ədəbiyyat

1. Hüseynov T. X. Plazmanın diaqnostikası. Bakı, "AzTU-nun mətbəəsi". 2020, 328 s.

İNTEQRAL MİKROSXEMLƏRİN İSTEHSALINDA EPİTAKSİAL-PLANAR TEKNOLOGİYASI

Əmrahova S.S., Davudov B.B.*

*Bakı Dövlət Universiteti
amrahlisabina@gmail.com*

Hazırda fiziki elektronika iki istiqamətdə sürətlə inkişaf edir, bir tərəfdən cihazqayırma sənayəsi geniş addımlarla irəliləyir, digər tərəfdən bu cihazların əsasında yeni növ elektron avadanlıqları, qurğuları yaradılır. Bu texnologiyalar texnikanın çox müxtəlif sahələrində tətbiq olunur. Hazırda mürəkkəb elektron qurğularında elektron elementlərinin sayı $10^6 - 10^8$ tərtibində olur. Bu qədər mürəkkəb qurğuları ənənəvi diskret texnologiyalarla həyata keçirmək mümkün deyil. Belə ki, diskret elementlərlə yığılmış qurğular tələb olunan etibarlılığa, ölçülərə, enerjinin sərfinə cavab verə bilmir. Bu cür tələblər elektronikada yeni elmi-texniki bir sahənin-- mikroelektronikanın və onun əsasını təşkil edən inteqral mikrosxemlərin (İMS) yaranmasına səbəb oldu. Hazırda hər bir İMS -də minlərlə elektron elementi yerləşdirmək mümkündür. Belə mikrosxemlərin texnologiyaları hazırda rəqəmsal funksional sxemlərinin, kompüterlərin, smartfonların və çoxlu sənaye qurğularının əsasında durur.

İnteqral mikrosxemlərin (İMS) istehsalı epitaksial-planar texnologiyaya əsaslanır ki, burada silisium (Si) kristalının həm həcmində həm də səthində fotolitoqrafiya, oksidləşdirmə, epitaksiya, təbəqələrin çökdürülməsi və aşqarlanması kimi fiziki prosesləri vasitəsilə mürəkkəb strukturlar yaratmaq mümkün olmuşdur. Göstərilən proseslərin içərisində fotolitoqrafiya və epitaksial proseslər əsas yer tutur.

Fotolitoqrafiya yarımkeçirici kristalın səthinə çəkilmiş işığa həssas fotorezist təbəqədə yaratmaq lazım olan İMS-in topologiyasını təkrarlayan relyef təsvirinin alınması və sonra onun altlıq kimi götürülən yarımkeçirici kristala köçürülməsi prosesidir. Bu texnologiyalarda əsas etibarlı ilə dielektrik qatı kimi silisium dioksidindən və aliminium oksidindən istifadə olunur. Belə nazik dielektrik təbəqələri almaq üçün müxtəlif üsullar: vakuumda stasionar buxarlandırma, katod tozlandırılma, oksidləşdirmə, kimyəvi üsullar və s. mövcuddur [1]. Lakin bu üsullarla alınan təbəqələrin qalınlığına dəqiq nəzarət etmək olmur. Qeyd edək ki, impuls plazma buxarlandırma üsulunda formalaşdırılan nazik təbəqələrinin qalınlığına dəqiq nəzarət etmək imkanı var [2]. Belə ki, bu üsulda qurğunun parametrlərdən asılı olaraq hər bir impulsda alınan təbəqənin qalınlığı məlumdur. Məsələn, bu qurğuda gərginliyi $U=1000$ V və tutumu $C = 200$ mkF olduqda hər bir impulsda 2 mkm qalınlıqlı təbəqə formalaşır. Deməli, impulsların sayından asılı olaraq tələb olunan qalınlığa malik təbəqələri almaq mümkündür. Bu yolla alınan təbəqələrin adgeziyası kifayət qədər böyükdür və 50 kq/sm²-ə çatır. Bu metodda adgeziyanın yüksək olmasının səbəbi altlığın səthinin onun üzərində düşən kifayət qədər böyük

enerjili elektron və ionların zərbələri hesabına təmizlənməsi və onların altlıq səthinə nüfuz etməsi ilə əlaqədardır.

Ədəbiyyat

1. Talibi M. Ə., Qəribov M. A., Hacıyev H. C. Mikroelektronika , 1976
2. Davudov B. B. Fizikanın aktual problemləri VI Res. Elmi konf. Mat. Bakı - 2010 , s. 173
3. Davudov B. B. BDU-nun xəbərləri,2011,s.165

BÖLMƏ 4

FİZİKANIN TƏDRİSİ METODİKASI

FİZİKADAN MƏSƏLƏ HƏLLİ DƏRSLƏRİNDƏ MÜƏLLİMİN YÖNƏLDİCİ FƏALİYYƏTİ

Aliyeva E.T., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti

aliyevae268@mail.com

Şagirdlər fizikadan əsas anlayışları, vahidlər sistemini, qanunları, düsturları, nəzəriyyələri mənimsədikdən sonra orta çətinlikli, çətinliyi artırılmış mürəkkəb məsələ və test tapşırıqlarını eləcə də olimpiada məsələlərini həll edərkən mövzunu daha da dərinlən mənimsəmiş olurlar [1.2]. Bunun üçün şagirdlər mövzular üzrə tipik məsələlərin həll edilmə fəndlərini yaxşı bilməli, bu fəndləri praktikada tətbiq etməyi və ən əsası isə müstəqil məsələ həll etməyi bacarmalıdırlar. Şagirdlərin idrak fəaliyyətini maksimum aktivləşdirmək üçün ümumpeдагоji vasitələrdən istifadə edilir. Bu zaman sinfə verilən suala baxmayaraq, bəzi şagirdlər məsələnin şərtini kifayət qədər “hiss etmədikdə” və ya hazır həlli lövhədən köçürməyə ümid etdikdə onların düşüncə fəaliyyətinin aktivliyi yüksək olmur. Odur ki, bir qayda olaraq, şagirdlər hər bir məsələ üzərində bir neçə dəqiqə fikirləşməli və müstəqil həll etməyə çalışmalıdırlar. Yalnız bundan sonra məsələnin həllini bütün sinflə təhlil etmək olar. Dərsin sonunda qiymətləndirmə apararkən hazır həlli olanları və həlli olmayanları nəzərə almaq lazımdır. Bu, sinfin işini stimullaşdıracaqdır. Şagirdlərin özlərinin məsələ tərtib etməsi faydalı pedaqoji fəndlərdən biridir. Buna görə bəzi müəllimlər dərstdə şagirdlərdən nəinki öz yoldaşlarının səhvlərini düzəltməyi və onları tamamlamağı, hətta müəllimin göstərdiyi müəyyən mövzular üzrə mürəkkəb olmayan məsələlər verməyi də tələb edirlər. Müstəqil məsələ həllinə ayrıca dərs və ya dərsin bir hissəsi həsr edilir. Belə məşğələlərdə şagirdlərin müstəqilliyi və aktivliyi ən çox tapşırığın mürəkkəbliyindən asılıdır. Tapşırıq şagirdlərin gücü çata biləcək və eyni zamanda mürəkkəb və maraqlı olmalıdır, bu da şagirdlərə diferensial yanaşma tələbini qaçılmaz edir. Buna müxtəlif üsullarla nail olmaq olar. Məsələn, hər bir şagirdə onun hazırlıq səviyyəsindən asılı olaraq vərəqlərdə ayrı-ayrı tapşırıqlar və ya bütün sinfə mürəkkəbliyi tədricən artan bir necə məsələ vermək lazımdır. Şagirdlər bunlardan gücləri çatanı həll edəcəklər. Müstəqil iş zamanı şagirdlər istər-istəməz müəllimə müxtəlif suallarla müraciət edirlər. Müəllim vaxtında ayrı-ayrı şagirdlərə yönəldici suallar vasitəsi ilə köməklik göstərə bilər lakin məsələni onların əvəzinə həll etməməlidir. Yönəldici suallar aşağıdakı kimi ola bilər . 1.

Köməkçi. Onlara problemi həll etmək üçün lazım olan tələblərin biliklərini xatırlatmaq və yeniləmək məqsədi ilə qurulur. Bunlar fiziki hadisələr qanunauyğunluqlar kəmiyyətlərin təyinatı və s. haqqında biliklərə aid suallardır.

2. **İstiqamətləndirici.** Bunlar tələbənin düşünmək təklif vermək və düzgün cavabı seçmək qabiliyyətini istisna etməyən açıq suallar sual-problemlərdir. Müəllim təhlil və həll yolu seçərkən belə suallar qoyur ki, sağirdi düzgün mülahizə xəttinə yönəlsin .

3. **Təqdimatlar.** Bunlar birbaşa konkret suallardır və çox vaxt cavabın bir hissəsini ehtiva edir. Onlar problemin həlli prosesində düzgün və məhsuldar hərəkətlər nümayiş etdirmək məqsədi ilə tərtib edilir.

4. **Əlavə.** Bu suallar müəllim tərəfindən şagirdlərə problemin həllinin nəticəsini təhlil etməyə kömək etmək üçün verilir.

Ədəbiyyat

1. Orucov A. K Orta məktəbdə fizikanın öyrənilməsi metodikası. Bakı, 2012, Ləman nəş., səh125.
2. Каменьцкий С. Е. Теория и методика преподавание физика в средней школе. Москва, 'Академия', 2008, 584 с

QEYRİ-NYUTON MAYELƏRİNDƏ NÜMAYİŞ EKSPERİMENTİNDƏN İSTİFADƏ EDİLMƏSİ

Məmmədova E.M., Cabbarov C.H.*

Bakı Dövlət Universiteti

mammadovaelsana@gmail.com

İnsanlar qədim zamanlardan mayelərin öyrənilməsinə böyük maraq göstərmişdir. Bu marağın yaranmasının bir sıra səbəbləri var. Bu marağın səbəbləri arasında ilk olaraq, Yer üzərində gedən bütün təbiət proseslərin əsasında duran, canlıların, həyatın mümkünlüyünün əsasında duran mayenin-suyun öyrənilməsidir. Canlılar üçün ən vacib maye olan suyun fiziki, kimyəvi xassələri illər ərzində hərtərəfli tədqiq edilmişdir. Bütün bu tədqiqatlar əsasında mayelərin xassələri haqqında müəyyən qanunlar vardır ki, bunlara adi mayələr və ya Nyuton mayeləri adlandırırlar. Buna səbəb isə, bəzi mayelərin müəyyən şəraitdə bu qanunlara tabe olmadığına aşkar edilməsidir. Belə mayələrə misal olaraq kartof nişastasının suda məhlulunun göstərmək olar. Aparılan tədqiqatlardan bəlli olmuşdur ki bu mayeyə bərk cisim sürətlə daxil etsək, maye özünü bərk cisim kimi aparacaq və bərk cisimin maye səthindən əks etdiyini müşahidə edilmişdir. Ancaq həmin mayeyə bərk cisim yavaş-yavaş daxil etdikdə isə heç bir qeyri-adilik müşahidə olmur, yəni məhlul özünü adi maye kimi aparır.

Bərk cisimlərin mayələrdə və qazlarda hərəkəti müxtəlif alimlər tərəfindən öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, çox da böyük olmayan

sürətlər üçün (laminar axın zamanı) mühitin hərəkətinə təsir edən qüvvə yalnız sürtünmə qüvvəsidir ki, o da mühitin özlülüyündən, cismin xarakterik ölçüsündən və onun mayeyə nisbətən sürətindən xətti asılıdır. Mütənasiblik əmsali cismin xarakterik ölçüsü və formasından asılıdır. Kürə şəkilli cismin mayədə hərəkəti zamanı mütənasiblik əmsalını Stoks hesablamışdır. Bu qüvvə Stoks düsturu ilə ifadə olunur:

$$F_{St} = 6\pi\mu r v$$

Burada μ – özlülük əmsali, r – kürənin radiusu, v – kürəciyin hərəkət sürəti, 6π isə mütənasiblik əmsalıdır.

Əlbəttə turbulent hərəkət zamanı, həmçinin cismin nisbi sürətinin səs sürətinə yaxın olduqda bu asılılıq əsaslı dəyişir.

Qeyri-Nyuton mayeləri nədir? Hansı xassələri ilə bizim adət etdiyimiz adi mayedən fərqlənir? Belə mayelərdə əsas fərq, bərk cismin mayədə hərəkəti zamanı özlülüyün sürətindən asılı olaraq kəskin artmasında özünü göstərir. Maye özünü bərk cisim kimi aparır. Məsələn, belə mayeyə atılan metal kürəcik mayenin səthindən əks edir, bir növ maye özünü bərk cisim kimi aparır. Belə mayələrin xassələri klassik xarakteristikalara uyğun gəlmədiyi üçün onları qeyri-Nyuton mayeləri adlandırırlar. Çox vaxt onlar böyük polimer molekullarından yaradılır. Bu cür molekullar arasındakı "yapışma" çox güclü deyil, lakin bu molekullar bir-birinə nisbətən kifayət qədər sərbəst sürüşə bilirlər. Nəticə etibarilə, mayeyə təsir etdikdə bərk olur, təsir dayanan kimi yayılır.

Qeyri-Nyuton mayələr özlü sürtünmə qanununa tabe olmur, yəni onun özlülüyü mayenin temperaturundan asılı deyil, kəsilmə sürətindən asılıdır. Qeyri-Nyuton mayeləri Nyuton qanunundan kənara çıxır. Qeyri-Nyuton mayələrin özlülüyü maye axınının sürəti azaldıqca artır. Qeyri-Nyuton mayeləri mayenin sürəti azaldıqca genişlənir. Məsələn, su Nyuton mayesidir, çünki qarışdırma sürətindən asılı olmayaraq maye xüsusiyyətlərini nümayiş etdirməyə davam edir.

Qeyri-Nyuton mayesinin müəyyən edilmiş xassələri ondan terrorizmlə mübarizədən və yol təmirindən tutmuş uşaq oyuncaqlarına, hərbi hissələrdə tətbiq edilə bilər. Mayenin belə maraqlı xassəsinin olması, onun nümayiş eksperimenti kimi orta məktəblərdə nümayiş etdirilməsi maraqlı ola bilər. Bu həmçinin mayenin fiziki xassələrinin qarşılıqlı təsirdən asılı olaraq müxtəlif cürə qruplaşmasını və buna görə də xassələrinin dəyişməsinə göstərir və şagirdlərdə böyük maraq yarada bilər.

Ədəbiyyat

1. Qocayev N. M. Molekulyar fizika, Bakı 2008, 433 s.
2. <https://rosuchebnik.ru/material/a-vse-li-zhidkosti-zhidkie-7854/>

FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ “STEAM METODUN”-DAN İSTİFADƏNİN ÜSTÜNLÜKLƏRİ

Əliyeva Q.Y., Daşdəmirov A.O.*

Bakı Dövlət Universiteti
qenire.l.y.v@gmail.com

Texnoloji mübarizə əsr kimi tanınan XXI əsr bütün sahələrdə inkişafı təmin edə biləcək kadr potensialı, yeni elmi yanaşmaları mənimsəyən, əmək bazarında özünü doğruldan şəxslər axtarışındadır. Dünya təhsil sitemində özünə yer alan belə metodlardan biri də “STEAM metodu”-dur.

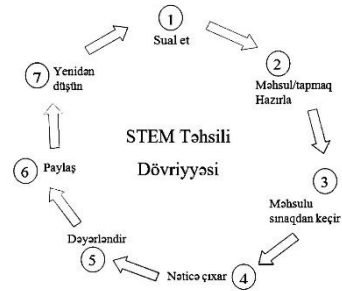
Müasir metod olan ‘STEAM metodu’-nun ənənəvi metoddan bir sıra fərqləri və üstünlükləri vardır: Steam yanaşmasının məqsədi aktiv, məhsuldar, tənqidi düşünməyi bacaran, bildiklərini ortaq bir istiqamətə yönəldən, bir sözlə dünyaya fayda verə biləcək insanlar yetişdirməkdir.

Onun tədrisi düşünmə, əməkdaşlıq, ünsiyyət, yaradıcılıq, kommunikasiya bacarıqlarını inkişaf etdirir. Bu bacarıqlar şagirdlərin mürəkkəb problemləri təhlil edə bilməsi, məlumat mənbələrini fərqli baxışlardan qiymətləndirməsi və nəticələr çıxara bilməsinə kömək olur.

STEAM beş fəndən - elm (science), texnologiya (technology), mühəndislik (engineering), incəsənət (art) və riyaziyyat (math) fənlərindən ibarətdir. STEAM təhsili prosesində müəllim kimi rolunuz şagirdlərdə elm, texnologiya, mühəndislik və riyaziyyat ixtisaslarında yalnız nəzəri məlumat vermək deyil, bu istiqamətlərdə təhsil verən digər müəllimlərlə bir araya gələrək, şagirdləriniz üçün mühakimə etməyə, araşdırmağa, planlaşdırmağa yönəltməliyik.

Steamdə mütləq interdisiplinar yanaşma-fənlərarası inteqrasiya var. Bunun ən gözəl nümunəsi ‘Steam metodunun’ fizikanın tədrisində istifadəsidir. Fizika dərslərində sadə mexanizmlər, tarazlıq, ağırlıq mərkəzi, təzyiq, enerji çevrilmələri kimi mövzuların tədrisində STEAM laboratoriya qurğularından istifadə etməklə mövzuların mənimsənilməsinə asanlaşdırmaq olar. Bu işdə LabDisk Physio rəqəmsal laboratoriya avadanlığının istifadəsi əvəzolunmazdır. LabDisk (ovuc içindəki STEAM laboratoriya) 12 ənənəvi laboratoriya cihazı və avadanlığını əvəz edən bilən, 14 sensorla təhciz olunub. Qurğunun batareyası 150 saat enerji saxlamaq imkanına malikdir ki, bu işə şagird və müəllimə təbiət ekskursiyaları zamanı əvəz olunmaz ölçmə imkanları verir. Bu qurğunun imkanlarından düzgün və yaradıcı istifadə etməklə, STEAM müəllimi, şagirdləri müxtəlif araşdırma layihələrinə yönləndirə bilər. Temperatur

Həcm təzyiq, sərbəst düşmə təcili, mayelərin qaynama temperaturu, elektromagnit induksiya bu kimi mövzuların təcrübi aparılmasında LabDiskdən istifadə əvəzolunmazdır.



Ədəbiyyat

1. ‘Fizikanın tədrisində rəqamsal laboratoriya avadanlıqlarından istifadə’
Əhmədova A. Azərbaycan müəllimi qəzeti ,29 avqust 2015-N3

İQTİSADİYYATLA FİZİKANIN ƏLAQƏSİ

Hümbətova G.R., Orucov A.K.*

*Bakı Dövlət Universiteti
gulsumbdu2021@gmail.com*

Məlumdur ki, xalq təsərrüfatının ən aparıcı elm sahəsi fizikadır. Sənayedə, kənd təsərrüfatında bütün maşın və mexanizmlərin iş prinsipi fiziki hadisələrlə və onları ifadə edən qanunlarla bağlıdır. Məsələn, daxili yanma mühərrikləri, müxtəlif elektrik stansiyaları və s. İstənilən dövlətin, inkişafı elmin, xalq təsərrüfatının inkişafını təmin etməyə qadir olan, böyüməkdə olan gənc nəslin elmi və əmək hazırlığı ilə müəyyən olunur. Fizika və iqtisadiyyat arasında integrativ əlaqənin yaradılmasının ilkin anlayışları məktəb fizika kursunda verilir. İqtisadi fizika termin kimi 1997-ci ildə “Workshop on econophysics” adlı konfransda və R.N.Mantgna, H.E.Stanleyin “an introduction to econophysics” 2000-ci ildə Kembriç’də çap olunmuş kitabında verilmişdir. Tarixə nəzər salsaq 1969-cu ildə, 2000 və 2003-cü illərdə iqtisadiyyat sahəsində nobel mükafatı alanların baza təhsili məhz fizika olmuşdur. Məsələn, Jan Tinbergen, L.Daniel, McFadden, Robert E.Engel, kvant mexanikasının yaradıcısı olan məşhur Plank (1918-ci ildə nobel mükafatı) öz karyerasını mühasiblikdən başlamışdır. A.İ.Qertsen adına universitetin rektoru professor Q.A.Bardovski pulun fiziki mənası haqqında aşağıdakı qeydləri etmişdir. Pul fiziki hissəciyin bütün “xassələrinə” malikdir. Lakin pulun elə xassəsi vardır ki, o hissəciyə aid deyil. Pul kəsilməz hərəkət edir və bir biri ilə qarşılıqlı təsirdə olur. Pul enerjiyə malikdir, qarşılıqlı təsir zamanı dəyişir. Pullar biri digərinə müəyyən qanunauyğunluqla çevrilir. Pul yayıldığı məkanda sahə vardır (təsir sahəsi). Pul müəyyən bir kütlə anlayışına malikdir. Fizika və iqtisadiyyatın inkişafında aşağıdakı kimi paralellər aparmaq olar:

1. mikrofizika- mikroiqtisadiyyat
2. nanofizika- nanoiqtisadiyyat
3. makrofizika- makroiqtisadiyyat.

Dünyada aparılan elmi tədqiqat işlərinin nəticəsi olaraq, təbiət qanunları ilə iqtisadi sistemin inkişaf dinamikası arasında aşağıdakı cədvəli qurmaq olar.

Fizikada	İqtisadiyyatda
Ən kiçik təsir prinsipi	Bazarın potensial funksiya modeli
Təbiətin oxşarlıq və özünə oxşarlıq prinsipi	Bazar maliyyə sistemlərində miqyaslı invariantlıq (miqyaslama)

Simmetriyanın spontan pozulması mexanizmi	Bazarların assimetrik informasiya vasitəsilə təhlili (D.Ankerlg, Maycul. C, Josef. C. 2021 nobel mükafatı)
Simmetriya kalibirləşməsi və saxlama qanunları	Maliyə məsələlərində kalibirləşmə simmetriyası maraqların gözlənilməsi” qarşılıqlı təsir”xarakterizə edir. Volyuta miqyasında global dəyişmələrə nəzərən iqtisadiyyat invariant qalır.

Ədəbiyyat

1. Mantegna R.N., Stanley H. E. Nature, 1995 , №46. P.376,
2. В.И.Маевский, Малков С. Ю. Экономическая и эволюционная экономика. Успехи физических наук. Москва. Том 181, №7, P.753-786.

ORTA MƏKTƏBİN YUXARI SİNİFLƏRİNDƏ FİZİKANIN RİYAZİYYAT İLƏ ƏLAQƏSİ

Babayeva F.Ş., Rəhimov R.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti

bfatime126@gmail.com

Fənlərarası əlaqə dedikdə - müxtəlif elmlər arasındakı əlaqənin fənnin tədrisində əks olunması başa düşülür. Bunu həm də insanların praktiki fəaliyyətində müxtəlif elmlərin təzahürlərinin öz əksini tapması ilə də eyniləşdirmək olar [1].

Şagirdlərin fizikadan öyrəndiyi mövzular – təbiət hadisələrini, fiziki qanunları və nəzəriyyələri tədqiq edən fiziki metodlardan istifadə edən bütün fənlər üçün böyük əhəmiyyətə malikdir. Bu fakt fizika kursu ilə əlaqəni reallaşdırmaq üçün əsas rol oynayır. Təbii ki, fizikanı da dərinlən öyrənmək üçün başqa elmlərlə fənlərarası əlaqə eyni dərəcədə zəruridir. Riyaziyyat orta məktəbdə fizikadan əvvəl öyrəniləndiyindən, o, fizikaya fiziki kəmiyyətlər arasındakı asılılığı ifadə etmək üçün vasitə və üsullar təqdim edir. Deməli, riyazi hazırlığın səviyyəsi fizika kursunun tədrisinin ardıcılığını formalaşdırmağa imkan verir.

Fizika kursunun tədrisində şagirdlərdə törəmə və inteqral haqqında biliklərin mövcudluğu xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu biliklər “Nyutonun ikinci qanunu”, “Rəqslər və dalğalar”, “Elektromaqnit induksiya qanunu” kimi mövzuların mənimsənilməsini daha da asanlaşdırır. Bu mövzulara aid fiziki kəmiyyətlərin müəyyənləşdirilməsi və qrafik məsələlərin həll edilməsi üçün ümumi yanaşmanın formalaşmasına imkan verir.

Məsələn, fiziki kəmiyyətin müəyyən edilməsi üçün ümumi yanaşmanın sxemi belə ola bilər:

1. Törəmə anlayışının tətbiq olunacağına mümkünlüyünə əmin olduqdan sonra $y = f(x)$ funksional asılılığını yazın.

2. Funksiya artımının arqument artımına nisbətini, yəni $\frac{\Delta f}{\Delta x}$ – funksiya dəyişməsinin orta sürətini tapın. Yuxarı sinif şagirdləri başa düşməlidirlər ki, funksional asılığa aid olan sadə riyazi ifadələr həmişə konkret fiziki təsəvvürlərlə bağlı olur.

Fizika müəllimi şagirdlərə məktəbdə tədris olunan riyaziyyat kursunun məzmununu və orada istifadə olunan terminləri elə öyrətməlidir ki, onlar ümumi “riyazi dildə” danışmağı mənimsəsinlər. Riyazi aparatın lazım olan həcmdə istifadə olunmaması, fiziki – riyazi anlayışların tətbiq olunmasında çətinlik yaradır. Əslində riyaziyyatla əlaqəli tədris fizikanın əyaniliyinə ciddi təsir göstərir. Məsələn, riyaziyyat dərslərində cəmin törəməsi sürətlərin toplanma qanununun köməyi ilə verilsə, daha yaxşı qavranıla bilər. Eləcə də “inteqral” anlayışının formalaşdırılması, fiziki nümunələr gətirməklə daha effektiv şəkildə həyata keçirilə bilər. Yəni, fizikanın tədrisi prosesində şagirdlərin biliklərinin möhkəmləndirilməsində və fiziki anlayışların ümumiləşdirilməsində riyaziyyat çox güclü alət rolunu oynayır. Sonra bu iki fənnin tədrisində daxili tələbatın təması yaranır və hər iki fənnə münasibətdə vacib kəşflərə gətirib çıxarır. Riyaziyyat yeni fiziki faktların və qanunların açılma metodunu ifadə edən aparat, fizika isə yeni məsələlərin qoyuluşu məqsədi ilə riyaziyyatın inkişafına stimül yaradır.

Təbiət haqqında biliklərin sintezi, ümumi anlayışların vahid sistemə çevrilməsi, təlimin həyatla, şagirdlərin praktiki fəaliyyətə hazırlanması ilə sıx bağlıdır.

Ədəbiyyat

1. Каменецкий С. Е.; Орехов В. П., Методика решения задач по физике в средней школе, Москва, 1971.

FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ FƏNLƏRƏRASI İNTEQRASIYA

Babayeva F.Ş., Rəhimov R.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti

bfatime126@gmail.com

Orta məktəbdə fənlərərası əlaqə fizikanın öyrənilməsinin əsas istiqamətlərindən birini təşkil edir. Fizika elmi digər elm sahələrindən də müəyyən bilikləri özünə daxil edir. Həmin biliklər eyni zamanda fizikanın daha dərindən anlaşılması üçün zəruridir. Fizika dərslərində çoxlu sayda hadisə və proseslərin öyrənilməsi üçün şagirdlərin riyaziyyatdan, kimyadan, biologiyadan, coğrafiyadan və digər fənlərdən kifayət qədər bilikləri qavraması lazımdır. Elmi tədqiqat metodları əsasında yaradılan fənlərərası əlaqənin nəticəsində bir sıra elmlər və

eləcə də fənlər bir-birinə nüfuz edir. Çoxlu sayda fənlərin fizika ilə əlaqəsi, fizikanın tədqiqat metodlarının təbiətşünaslıqda geniş yayılması ilə şərtlənir [1]. Müasir zamanda fənlərarası əlaqə, elmlərin daha da inkişaf etmiş diferensasiyası və inteqrasiyasında öz ifadəsini tapır. Bu proses ümumtəhsil orta məktəblərində tədrisin inkişafına güclü təsir göstərir.

Fizikadan son tədris proqramları fənlərarası inteqrasiya baxımından fənlərarası əlaqənin həyata keçirilməsinə daha geniş imkan yaradır. Fənlərarası inteqrasiya, məqsədəuyğun və sistemativ olaraq vəhdət şəklində həyata keçirilməlidir.

Eyni vaxtlılıq və məzmunun optimal əlaqə sistemini təşkil etmək kimi faktorları nəzərə alaraq, bunlardan ən vaciblərini nəzərdən keçirək. Birinci faktorun əsasında çoxfənlili və qarşılıqlı əlaqə formalarını seçmək olar. Bunlara misal olaraq çoxfənlili sinxron və asinxron (qarşılıqlı) əlaqəni göstərmək olar [2].

Asinxron əlaqə - tədris fənləri öyrənilərkən onların hər hansının məntiqi quruluşunu pozmamalı üçün onların qarşılıqlı əlaqəsini təşkil etmək vacibdir. Buradan belə çıxır ki, yaxın fənlərdə sinxronluq təşkil etməyən bəzi anlayışların propedektiv öyrənilməsini təşkil etmək lazımdır. Propedevtika - hər hansı elmə hazırlıq, müntəzəm və qısa formada şərh olunmuş giriş kursudur.

Hər bir anlayışın müəyyən formalaşma və tədris fənninə daxil edilmə məntiqi olduğundan onların bəzilərinin qonşu fənlərdə şərh olunma dərinliyi eyni dərəcədə həyata keçirilmir. Məsələn, saxlanma qanunlarını fizika kursunda, funksional asılılığı isə riyaziyyat kursunda, günəş sistemi və kosmik obyektlərin təbiətini astronomiya kursunda və s. daha dərinləndirilməlidir. Qonşu fənlərdə propedevtika konkret məsələləri öyrənmək üçün tətbiq edilir.

İkinci faktor fizika kursu məzmununun optimal ardıcılığı əsasında fənlərarası əlaqənin aşağıdakı növlərini göstərmək olar: anlayış, ideya, elmi metod və sistemli sintez.

Anlayış əlaqəsi tədris proqramları, planları, dərslərləri və tədris metodikası işlənərkən yaradılır.

İdeya əlaqəsi - bu müxtəlif fənlərlə öyrənilən eyni fundamental faktların, anlayışların, qanun və nəzəriyyələrin ümumi rəhbər ideya, konsepsiya və prinsiplər əsasında bir-birilə uzlaşması və bir-birini tamamlamasıdır.

Sistem – sintez əlaqə forması əsasında hər bir elm öz məzmunu və tədqiqat metodları ilə riyazi və təbii elmlər sistemində öyrənilən maddi aləmin obyektləri və qanunlarının xassələrini açmaqda şagirdlərə materiyanın iki növü – maddə və sahə, hərəkətlərin növləri və s. haqqında ümumi təsəvvürlər yaradır.

Burada məqsəd – başqa fənlərdən alınmış bilik və bacarıqların möhkəmləndirilərək sistemli yanaşma metodu ilə fizikanın tədrisinin həyata keçirilməsidir.

Ədəbiyyat

1. Nurullayev Y., Fizika kursunun tədrisi metodikası, Bakı, 2009.
2. İmanov S. S., Orta məktəbdə fizikanın tədrisi metodikası, Bakı, 1999.

FİZİKA FƏNNİNİN MƏNİMSƏNİLMƏSİNDƏ FRONTAL LABORATORİYA DƏRSLƏRİNİN ROLU

Bağirova Ə.A., Nurullayev Y.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti

bagirova170201@gmail.com

Orta ümumtəhsil məktəb, lisey və kolleclərdə fizika fənninin tədrisində frontal laboratoriya məşğələləri, fizika praktikumu, şagirdlərin ev eksperimental iş formaları istifadə olunur: [1,2]

Frontal laboratoriya dərsləri adətən aşağı siniflərdə (VI-VIII siniflər) frontal formada aparılır. Frontal laboratoriya dərslərində bütün sinif şagirdləri eyni tip cihazlardan, eyni axtarış üsulundan istifadə edərək ayrı-ayrı qruplarla eyni tapşırığı yerinə yetirirlər. Bu məqsədlə sinif 4-5 nəfərlik qruplara ayrılır. Frontal laboratoriya işləri kursun müəyyən bölməsinə aid, həm müəllimin izahına nümayiş təcrübəsi kimi, həm də keçirilən materialın təkrarına aid aparıla bilər. Ona görə də məşğələnin bu forması təlim prosesinin birinci pilləsində tədrisin zəruri həlqəsi olmaqla tədris materiallarının dərindən mənimsənilməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Frontal laboratoriya məşğələləri şagirdlərə sadə ölçü cihazları ilə işləmək vərdişini aşılayır və onlarda bu fənnə olan marağı artırır. Frontal laboratoriya məşğələsi bütün dərs müddətində deyil, qısa müddətdə (10-15 dəqiqə) keçirildikdə də daha effektiv olur. Frontal laboratoriya dərslərində müəllim şagirdlərin nədə çətinlik çəkdiyini görür və sual verərək öyrənilən hadisələrin müxtəlif mühüm cəhətlərinə diqqət yetirə bilər.

Frontal laboratoriya məşğələləri dərslə üç mərhələdə aparılır.

1. **Giriş müsahibəsi.** Şagirdlər tərəfindən yerinə yetirilən hər bir laboratoriya işi yalnız o vaxt müsbət nəticə verir ki, laboratoriya işinin məqsəd və yerinə yetirilmə yolu şagirdə tam aydın olsun. Ona görə də şagirdlər işə başlamazdan əvvəl müəllim onlarla müsahibə aparmalıdır. Bu cür müsahibə zamanı işin məqsədi aydınlaşdırılır, iş planı təhlil edilir, işin yerinə yetirilməsi, nəticələrin hesablanması, cihazlarla işləmə yollarına aid ilkin məlumat verilir. Yaxşı olar ki, iş planı lövhədə aydın və başa düşülən formada yazılsın. Müəllimin giriş müsahibəsi 10 – 15 dəqiqədən artıq olmamalıdır.

2. **İşin şagirdlər tərəfindən icrası.** Laboratoriya işində istifadə olunan cihazın xarakterindən asılı olaraq cihazlar ya əvvəlcədən, ya da müəllimin hazırlıq giriş müsahibəsindən sonra iş stollarına paylana bilər.

Müəllim iş masaları arasında gəzərək şagirdlərin işinə diqqət etməli, hər qrupda şagirdlərin hamısının işdə fəal iştirak etməsinə fikir verməli, işi yerinə yetirməkdə çətinlik çəkənlərə göstərişlər verməlidir. Əgər işin yerinə yetirilməsində qrupların əksəriyyətinin çətinlik çəkdiyi yer varsa, onda müəllim lövhə qarşısında hamı üçün izahat və göstəriş verməlidir.

3. **Müəllimin yekun müsahibəsi.** Laboratoriya işi yerinə yetirildikdən sonra alınmış nəticələr müzakirə olunur və işə yekun vurulur. Alınan nəticələr

cədvəl qiymətləri ilə müqayisə edilərək müşahidə olunan fərqlin səbəbi şagirdlərə izah olunur. Əgər ayrı-ayrı qruplarda yanlış nəticələr varsa, o da ətraflı müzakirə olunur və şagirdlərin ölçmə prosesində yol verdikləri xətlər araşdırılır.

Frontal laboratoriya məşğələlərində qrupların aldıkları nəticələr müqayisə edilir. Bu halda şagirdlərdə belə inam hissi yaranır ki, alınan nəticələrin ehtimallıq dərəcəsi aparılan təcrübələrin sayının artması ilə artır. Vaxtın məhdudluğundan şagirdlər təcrübəni bir neçə dəfə təkrar edə bilmirlər. Amma ayrı-ayrı qrupların nəticələrinin müqayisəsi təcrübənin hansı dərəcədə doğru olduğunu göstərir. İşin sonunda bir-birinə yaxın olan nəticələri ümumiləşdirib ölçülən kəmiyyətin orta qiyməti tapılır və müzakirə edilir. Bu zaman ayrı-ayrı qrupların eyni bir kəmiyyət üçün aldıkları nəticələrə əsaslanan ümumi orta qiymət ayrı-ayrı qrupların aldıkları nisbətən daha inandırıcı olur.

Ədəbiyyat

1. Əlizadə Ş., İsmayılov İ. Fizikanın tədrisi metodikası, dərs vəsaiti, 2018, 380 s.
2. Orta məktəb Fizika dərslikləri, 2023.

FİZİKA DƏRSLƏRİNDƏ ŞAĞİRDƏLƏRİN İDRAK FƏALİYYƏTİNİN FORMALAŞDIRILMASI VƏ İNKİŞAFI ÜSULLARI

Əməşzadə M.A., Qarayev E.S.*

*Bakı Dövlət Universiteti
amashov15@gmail.com*

Fizika dərslərində şagirdlərin idrak fəaliyyətinin inkişafı problemi yeni olmasa da, hələ də aktualdır. Müəllimlər tələbələrin fənnə marağının azalması tendensiyasını qeyd edirlər. Bu vəziyyətin səbəblərindən biri amerikalı fiziklər tərəfindən göstərilir: “Hamı razıdır ki, fizika ən maraqlı elmlərdən biridir, eyni zamanda, bir çox fizika dərsliklərini maraqlı adlandırmaq da olmaz. Bu cür dərsliklərdə proqram üzrə hər şey öz əksini tapır. Onlar adətən fizikanın hansı faydalar gətirdiyini və onu öyrənməyin nə qədər vacib olduğunu izah edirlər, lakin onlardan fizikanı öyrənməyin nə üçün maraqlı olduğunu çox nadir hallarda başa düşmək olur. Amma məsələnin bu tərəfi də diqqətə layiqdir”.

Orta məktəb şagirdlərinin fizika dərslərinə idrak marağının aktivləşdirilməsi və inkişaf etdirilməsi üsullarını nəzərdən keçirək:

1. Sınıfdə onların təlim məşğələlərinə ehtiyac duyduqları və yeni bilikləri maraqla qavradıqları atmosferi yaratmaq:

1) Effektiv tədris vasitəsi olan videomateriallardan istifadə. Qısa videoyazıdan yeni materialın öyrənilməsi üçün müsbət emosional motivasiya verən dərs üçün epigraf kimi istifadə oluna bilər;

2) Aşağıdakı mətnlər açıq idrak mövqeyinin formalaşmasına kömək edir: -

tələbələrə eyni situasiyaya bir neçə yanaşmanın mövcudluğunu dərk etmək və müxtəlif yanaşmalar çərçivəsində işləmək imkanı vermək; - eyni problemin həlli üçün bir neçə variantın cəlb edilməsi; - ziddiyyətli məlumatların olması; - gözlənilməz informasiyanı qavramaq bacarığının inkişaf etdirilməsi; - səhvlərin baş verməsini təklif etmək və onların müzakirəsi; - fizikanın öyrənilməsində perspektiv görmək və artıq öyrənilmiş materiala yeni nöqtəyi-nəzərdən çıxış imkanı vermək;

3) Tədris materialını seçərkən tələbələrin müxtəlif intellektual meyillərini nəzərə almaq lazımdır;

4) Heyran olmaq, şübhə etmək, təəccüblənmək bacarığının formalaşdırılması. Bu, müxtəlif yollarla edilir. Onlardan biri nümayiş eksperimentidir, hansı ki, bu, sizə müstəqil olaraq həqiqəti axtarmağa və yaradıcı düşünməyə məcbur edən sürprizdir;

5) Fizikadan laboratoriya işi yaradıcılıq qabiliyyətlərinin inkişafına çox kömək edir.

2. Fəal təlim metodları təkcə təhsildə deyil, həm də kadrların peşə hazırlığında və yenidən hazırlanmasında xüsusi populyarlıq qazanmışdır - bunlar zehni, praktiki və yaradıcılıq fəaliyyətinin artırılmasına yönəlmiş əlaqə üsullarıdır. Pedaqoji və psixoloji ədəbiyyatlarda fəal təlim metodlarının təsnifatı getdikcə artmaqdadır ki, bunlar da öz növbəsində dörd qrupa bölünür:

1) Aparıcının passiv mövqeyi ilə iştirakçılar arasında birbaşa ünsiyyətə əsaslanan müzakirə üsulları. Fasilitator (təlimçi), yalnız qarşılıqlı fəaliyyətin təşkilatçısı kimi çıxış edir və qrup qərarlarının qəbulu prosesində iştirak edə bilər. Sərbəst və ya yönləndirilmiş müzakirələr, həyat və ya peşə hadisələrinin müzakirəsi;

2) Yaradıcı tapşırıqlar. Onlar şagirdlərin fənnə marağını artırır, tələbələrin yaradıcılıq qabiliyyətlərini ifadə etmək imkanı verir, şagirdlərin nitqini inkişaf etdirir, öz fikirlərini müdafiə etmək bacarığını inkişaf etdirir. Bilikləri möhkəmləndirmək, fənnə marağı və digər fənlərlə qarşılıqlı əlaqəni inkişaf etdirmək üçün tələbələrə yaradıcı tapşırıqlar təklif olunmalıdır;

3) Didaktik oyunlar. Oyun tələbələrin idrak fəaliyyətini aktivləşdirə bilər. Mövzuya marağı artırır, müşahidə bacarıqlarını, tanış şeylərdə qeyri-adiliyi görmək bacarığını inkişaf etdirir. Oyunların əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, onlar tələbəni həm öyrənməyə, həm də işə hazırlayır, eyni zamanda həm öyrənir, həm də işə hazırlaşır;

4) Təlim iştirakçılarının şəxsiyyətinə və davranışına stimullaşdırıcı, düzəldici, inkişaf etdirici təsir göstərməyə yönəlmiş təlim metodları.

Bu zaman fərdi deyil, qrup fəaliyyət formalarına üstünlük verilir.

ORTA ÜMUMTƏHSİL MƏKTƏBLƏRİNDƏ FİZİKA FƏNNİNİN MƏNİMSƏNİLMƏSİNDƏ MƏKTƏB EKSPERİMENTİNİN ROLU

Əməşzadə M.A., Qarayev E.S.*

*Bakı Dövlət Universiteti
amashov15@gmail.com*

Məktəb haqqındakı yeni təhsil qanununda orta ümumtəhsil məktəblərində fizika fənninin keyfiyyətli tədrisi vacib məsələ kimi qarşıya qoyulmuşdur. Yeni tədris proqramında fiziki hadisələrin dərinədən mənimsədilməsini təmin etmək məqsədilə şagirdlərə fizikanın əsasına aid təcrübi biliklərin verilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Kurikulum tədris proqramında əsas məqsəd, şagirdlərin fizika elminin əsas nəzəri və eksperimental tədqiqat metodları ilə tanış etmək, onlarda yüksək politexnik bacarıq və vərdislər formalaşdırmaqdan ibarətdir [1]. Bu məqsədlə fizika fənninin tədrisində insanın əməli fəaliyyətində mühüm əhəmiyyəti olan texniki avadanlıqlar, ölçü cihazları və laboratoriya ləvazimatları ilə işləmək, fiziki hesablamalar aparmaq üçün şagirdlərdə eksperimental bacarıqlar formalaşdırmaqdır.

Yeni tədris proqramında Fizika elminin inkişafında eksperimental təlimin didaktik funksiyasına uyğun olaraq, fiziki hadisələrin cihazlarla öyrənilməsinə xüsusi diqqət yetirilir. Məsələn, Arximed qanunu tədris olunarkən cisimlərin mayedə üzməsi, qaldırıcı qüvvəyə aid təcrübələrin göstərilməsi, sadə ölçü cihazları ilə şagirdləri tanış etmək vacibdir. Dinamika qanunlarının tədrisində dinamometrlə əyani təcrübəni, internetdən müxtəlif virtual təcrübələrin nümayişi məqsədəuyğundur. Məsələn, impulsun saxlanma qanunu mövzusunun tədris edərəkən, raket modeli ilə aparılan təcrübə və digər bu kimi təcrübələrdən istifadə olunması məqsədəuyğundur.

Fizika eksperimentinin əsas formalarından biri də məktəb sinif təcrübəsi və şagirdlərin yerinə yetirdikləri laboratoriya işləridir. Fizikadan laboratoriya işləri yerinə yetirilən zaman şagirdlər fiziki hadisələri məktəb cihazları vasitəsilə süni şəkildə yaradaraq, bilavasitə hadisənin gedişinə müdaxilə edilir. Bu zaman şagird müəllimin izahını həm eşidir, həm də müşahidə edir. Dərs prosesində şagird əyani olaraq, həm də müxtəlif cihazlarla təmasda olur. Şagirdlər, laboratoriya məşğələlərində eksperimentin gedişində hadisənin yaranmasının fiziki mahiyyətini araşdırırlar və müəyyən ölçmələr aparmaqla fiziki sabitləri müəyyənləşdirmək metodunu öyrənirlər. Məsələn, mail müstəvidə kürənin hərəkət qanunlarını öyrənmək məqsədilə, şagird, mail nov hazırlayır və mail müstəvidə kürənin hərəkət qanunlarını təcrübi olaraq araşdırır.

Şagirdlər, nümayiş təcrübələrində istifadə olunan cihazları əyani müşahidə etdiklərindən və həm də laboratoriya dərslərində apardıqları təcrübələri müstəqil icra etdiklərindən öyrənilən hadisəni bilavasitə hərtərəfli müşahidə etməyə və nəticə çıxarmağa imkan tapırlar. Laboratoriya təcrübələri şagirdləri müstəqil işə alışdırır, onlara təbiətin sirlərini öyrənməyin mümkün və vacib

olduğuna inam yaradır. Fizikada məktəb eksperimenti şagirdlərdə müşahidəçilik qabiliyyətini inkişaf etdirir, ətraf aləmdə baş verən fiziki hadisələr haqqında müstəqil mühakimə yürütməyə və nəticə çıxarmağa imkan verir.

Eksperimental təcrübələrdə şagirdlər müxtəlif qurğu və cihazlarla tanış olub, cihazlarla davranmaq, ölçü cihazları ilə işləmək qabiliyyəti və dəqiq ölçmə texnikasına vərdişlər qazandırır. Elm və texnikanın bir-birilə üzvi surətdə əlaqəsi, nəzəriyyə ilə praktikanın vəhdəti, tədrisdə istifadə olunan əyani vasitələr, nümayiş təcrübələri, laboratoriya dərsləri güclü vəsaitdir.

Şagirdlərin politexnik hazırlıq dairəsini genişləndirmək üçün laboratoriya məşğələləri tədrisdə əsas vasitələrdən biri olub, şagirdləri təşəbbüskarlığa alışdırır, onların yaradıcılıq və ixtiraçılıq qabiliyyətlərini inkişaf etdirir. Bu halda Arximedın tarixi təcrübələrini göstərmək faydalıdır. Laboratoriya işləri - təlim prosesinin zəruri həlqəsi olmaqla, tədris materialının mənimsənilməsində və şagirdləri gələcək əmək fəaliyyətinə hazırlanmaqda özünəməxsus rolu və yeri vardır [2].

Ədəbiyyat

1. Orta məktəb üçün Təhsil qanunu, 2010.
2. Nurullayev Y. Q., Orucov A. K., Məmmədova N., Məktəb fizika eksperimenti, dərslər vəsaiti, BDU, 2018, 140 s.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В СРЕДНЕМ ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ

Гусейнли Н.З., Джаббаров Дж,Г.*

*Бакинский Государственный Университет
nurlanahuseynli2002@gmail.com*

Физической задачей в учебной практике считают небольшую проблему, которая в общем случае решается с помощью математических действий и эксперимента на основе физических методов.

Методом решения экспериментальных задач является использование данных эксперимента как лабораторного, так и демонстрационного.

В данной работе рассматривается в качестве экспериментальной задачи определение скорости течения воды вытекающее из водопроводного крана.

Если наблюдать за движением воды из крана, то видно, что поперечное сечения струи воды уменьшается по мере спуска.

При проведении эксперимента необходимо открыть кран так, чтобы течение воды было ламинарное.

Теоретически рассмотрим движение струи воды. Берем два отрезка с различной площадью поперечного сечения

$$S_1 = \frac{\pi D^2}{4} \text{ и } S_2 = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (1)$$

здесь D и d – диаметры этих сечений.

Расстояние между S_1 и S_2 обозначим через h .

В исследуемой модели скорость течения жидкости в трубе не зависит от поверхность трения, а зависит от площадей поперечного сечения. По закону непрерывности струи:

$$S_1 v_1 = S_2 v_2$$

Отсюда

$$v_2 = \left(\frac{D^2}{d^2}\right) v_1 \quad (2)$$

С другой стороны, рассмотрим связь между скоростями v_1 и v_2 исходя из закона сохранения энергии:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2gh \rightarrow v_1^2 = v_2^2 - 2gh \quad (3)$$

Приравняем утверждения (2) и (3):

$$v_1^2 = \left(\frac{D^2}{d^2} v_2\right)^2 - 2gh \quad (4)$$

$$v_1 = d^2 \sqrt{\frac{2gh}{D^4 - d^4}} \quad (5)$$

Исходя из выражения (5), скорость струи воды можно определить по измерению диаметра верхней и нижней части струя воды (D , d) и расстояния между измеряемыми сечениями.

Таким образом для определения скорость течения потока необходимо:

1. Открыть кран и добиться ламинарного течения воды
2. Фотографировать струю воды на фоне вертикального и двух горизонтальных линеек.

После этого на основе определенных по фотографиям D , d , h можно вычислить скорость течения потока по формуле (5)

Литература:

1. Каменецкий С. Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе. Москва 1971. 448 ст
2. Ланге В. Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку: Учебное руководство. Москва 1985. 128 ст

ÜMUMTƏHSİL MƏKTƏBLƏRİNİN BAZA TƏHSİL SİSTEMİNDƏ İŞIQ HADİSƏLƏRİNİN TƏDRİSİ METODİKASI

Hüseynov P.A., Rəhimov R.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti

lihuseynov429@gmail.com

Fizikanın tədrisi qarşısında duran əsas vəzifələrdən biri şagirdlərə təbiət hadisələrini müşahidə edərək, onların fiziki mahiyyətini izah edərək, müstəqil bilik əldə etmək bacarığı aşılamaqdır.

İşıq hadisələrinin fizika kursu proqramına daxil edilməsi onların gündəlik həyatda və müasir praktikada nə qədər böyük əhəmiyyətə malik olmasını əks etdirir. Həndəsi optika qanunlarının və onların əks etdirdiyi hadisələrin sadəliyi, işıq ilə bağlı olan təcrübələrin həm məktəbdə, həm də ev şəraitində keçirilməsinin əlçatanlığı işıq hadisələrinin öyrənilməsinin böyük metodoloji, tərbiyəvi və politexnik əhəmiyyətini ifadə edir.

“İşıq hadisələri” bölməsinin tədrisinə başlayarkən şagirdlərə ilkin olaraq işıq mənbələri haqqında məlumat vermək lazımdır. Nümunə olaraq elektrik lampasının közərmis spiralının parlaq işıqlanmasını, müəyyən canlı orqanizmlərin işıq buraxmasını, çürümüş bitki qalıqlarının işıqlanmasını göstərmək olar. İşıq şüası anlayışını formalaşdırmaq üçün bircins mühitdə işığın düz xətt boyunca yayılma qanununa əsaslanmaq lazımdır. Çünki, bu qanun şagirdlərin gündəlik həyatlarında rast gəldikləri kölgənin yaranmasına, eləcə də müəyyən vaxtlarda baş verən Günəş və Ay tutulmalarını və s. izah etməyə imkan verir.

Ənənəvi olaraq xəyal anlayışı müstəvi güzgüləri öyrənərkən daxil edilir. Bu zaman alınan mövhumi xəyaldan danışmaq lazım olur ki, onun da izahı, həqiqi xəyal halında olduğundan daha çətin olur. Həm də çətinlik ondadır ki, şagirdlər hələ nə linzalar, nə də gözün quruluşunu öyrənmədən nə üçün mövhumi xəyalı gördüklərini başa düşürlər. Ona görə də həqiqi xəyal anlayışının daxil edilməsi daha məqsədə uyğun hesab edilə bilər.

İşığın düz xətt boyunca yayılması yalnız bircins mühitdə mümkündür, əks halda bu qanun pozulur. Buna misal olaraq, işığın iki mühit sərhədində qayıtması və sınıması hadisəsidir. “İşığın qayıtması” və “ışığın sınıması” terminlərini daxil edərək optik diskə elə bir təcrübə göstərmək lazımdır ki, hər iki hadisəni müşahidə etmək mümkün olsun. Bu zaman şagirdlərin diqqətini enerjinin saxlanma qanununun təzahürünün meydana çıxdığına yönəltmək lazımdır. Şüaların düşmə bucağının artması zamanı qayıdan işığın enerji payı artır, sınıyan işığın enerji payı azalır, onların cəmi isə düşən işığın enerjisindən artıq ola bilməz. Sınma və qayıtma hadisələrinin yarım qaranlıq otaqda lazerlər ilə aparılması daha effektiv nəticələr verir.

İşığın sınma hadisəsini müşahidə etmək asan olsa da, nəzəri cəhətdən izah etmək çətinidir. Ancaq şagirdlərdə müəyyən elementar təsəvvürlər yaratmaq olar. Birinci, işığın sınımasını elektron anlayışı ilə əlaqələndirmək olar, yəni

ışığı elektromagnit sahəsi kimi, cismin yüklü zərrəcikləri ilə, eləcə də elektronlarla qarşılıqlı təsirdə ola bilər. İkincisi, işığın müxtəlif mühitlərdə sürətinin fərqli olması bu qarşılıqlı təsir ilə bağlıdır. Sürətlərin fərqli olması işıq şüalarının sınımasına səbəb olur.

İşığın sınıma hadisəsinin tətbiq edildiyi cihazlardan biri linzalardır. Linzalar işıq dəstələrini idarə etmək üçün istifadə edilir. Şagirdlər onların tətbiq edildiyi cihazlar haqqında məlumata malikdir. Məsələn lampa, mikroskop, binokl, fotoaparət, teleskop.

İlkin olaraq linzanın optik mərkəzi və fokusun xassələri haqqında məlumat verilir. Eksperiment nümayiş etdirməklə baş optik ox, linzanın optik gücü anlayışları daxil edilir. Şagirdlər linzada xəyal qurmaq üçün linzanı xarakterizə edən nöqtələri, düz xətləri və müstəviləri yaxşı qavramalıdırlar. Nöqtənin xəyalının vəziyyətini, yəni yerləşmə yerini tapmaq üçün iki şüanın kəsişmə nöqtəsini tapmaq kifayətdir.

Ədəbiyyat

1. Каменецкий С. Е. «Методическое преподавание физики в средней школе». М. 1987.

TƏBİƏT TƏMAYÜLLÜ LİSEYLƏRDƏ “XI SİNİFDƏ YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ ELEKTRİK CƏRƏYANI” MÖVZUSUNUN TƏDRİSİNDƏ ZONA NƏZƏRİYYƏSİ ELEMENTLƏRİNDƏN İSTİFADƏ

Kərimli F.K., Niftiyev N.N.*

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti

Fidankarimli303@gmail.com

Müasir təhsil sistemində müəllimlər qarşısında qoyulan əsas məsələlərdən biri də tədris metodikasını daim inkişaf etdirmək, tədris zamanı mümkün olduqca müasir nəzəriyyələrin elementlərindən istifadə etməkdir. Bu məsələ xüsusi ilə fizikanın yeni sahələri ilə bağlı mövzuların tədrisi zamanı aktual olur.

Bu tip mövzulardan biri də orta məktəbin IX və XI siniflərində tədris olunan “Yarımkeçiricilərdə elektrik cərəyanı” mövzudur.

XI sinif dərslərində bu bölməyə üç paragraf yer ayrılmışdır: 1) Yarımkeçiricilərdə elektrik cərəyanı; 2) Yarımkeçirici diod və tranzistor; 3) Yarımkeçirici qurğular. Onların elm, texnika və istehsalatda tətbiqidir (Dərs təqdimat şəklində olur).

Hesab edirik ki, I paragrafın izahı zamanı zona nəzəriyyəsi elementlərindən istifadə edilməsi məqsədə uyğundur. Bərk cisimlərin elektrik xassələri zona quruluşu və onun enerji spektri ilə təyin olunur.

İlk növbədə qeyd edilməlidir ki, elektronun energetik halının dəyişməsi, yəni bir zonadan digərinə keçidi diskret, sıçrayışla olur.

Daha sonra zonaların yaranma mexanizmini izah etmək məqsədə uyğundur. Şagirdlərə qarşılıqlı təsirdə olan iki, üç və daha çox atomlar arasında elektron mübadiləsinin mümkün izahı verilir: N atomdan ibarət dayanıqlı sistem yaranarkən onların enerji səviyyələri birləşir, lakin bir-birinə qarışmır, nəticədə N sayda bir-birinə çox yaxın alt səviyyələrdən ibarət sistem yaranır. Bu tip N sayda alt səviyyələr enerji zonası əmələ gətirir ki, bu səviyyələrin əsasında qurulan nəzəriyyə zona nəzəriyyəsi adlanır. Şagirdlərə valent zonası, keçirici zona və qadağan olunmuş zona haqqında məlumat verilir. İzah edilir ki, elektrik keçiriciliyində yalnız o elektronlar iştirak edə bilər ki, sərbəst səviyyələrə keçə bilərlər. Sonra zona nəzəriyyəsi əsasında metal, yarımkeçirici və dielektriklər arasındakı fərqlər izah edilir. Daha sonra yarımkeçiricilərdə məxsusi və aşqar keçiriciliyin yaranma səbəbləri izah oluna bilər.

“Təmiz” yarımkeçiricilərdə məxsusi keçiricilik o zaman yaranır ki, valent zonasındakı elektron xaricdən enerji alaraq qadağan olunmuş zonanı aşaraq keçirici zonaya keçirlər, yəni sərbəstləşirlər. Bu zonadakı elektronlar xarici elektrik sahəsinin təsiri ilə hərəkət edə bilər və yarımkeçiricidə elektrik cərəyanı yaranar. Elektron valent zonasından keçirici zonaya keçdikdə onun bu zonadakı yeri vakant (sərbəst) qalır ki, bu da öz növbəsində bu zonada olan digər elektronları hərəkətə gətirir. Onlar bu səviyyələri tutaraq hərəkət edirlər və elektrik cərəyanı əmələ gətirirlər, yəni “deşik” adlanan vakant səviyyələr elektronun hərəkəti əksinə yerini dəyişir. Bu zaman ümumi cərəyan şiddəti elektronların keçirici zonada və valent zonasında yaratdıqları cərəyanların şiddətləri cəminə bərabərdir.

Zona nəzəriyyəsinin köməyi ilə yarımkeçiricilərdə aşqar keçiriciliyi də izah etmək mümkündür. Aşqar keçiriciliyi o zaman yaranır ki, aşqar atomları qadağan olunmuş zonanın ya dibinə, ya da üstünə yaxın yerdə enerji səviyyələri yarada bilsin. Uyğun olaraq bu aşqarlar “akseptor” və “donor” adlanır. Aşqar atomlarının sayı az olduğu üçün onların yaratdıqları enerji səviyyələri zonalar əmələ gətirə bilmirlər.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi zona nəzəriyyəsi mövzunun şagirdlər tərəfindən daha aydın başa düşülməsinə gətirir. Lakin bu zaman belə bir çətinlik meydana çıxa bilər ki, şagirdlərdə qeyd olunan zonaların bərk cisim daxilində harda olmasını bilmək və onları görmək istəyi meydana çıxa bilər. Müəllim izah etməlidir ki, bu nəzəriyyəni əyani başa düşmək üçün olan bir modeldir.

Ədəbiyyat

1. Abdurazaqov R., Əliyev R., Şərifov Q. Fizika. Ümumtəhsil məktəblərinin XI sinfi üçün dərslik. Bakı, 2018.
2. Abdullayev S. Q., Aliyev Y. İ. “Elektrodinamika”. Liseylər üçün metodik vəsait. Bakı, 2015.
3. Eyvazov E. Ə., Fərəcov V. C., Qurbanov S. Ş. Yarımkeçiricilər fizikasına giriş. Bakı, 2007.

İNFORMASIYA KOMMUNİKASIYA TEXNOLOGİYASININ TƏLİMİN TEXNİKİ VASİTƏLƏRİ İLƏ ƏLAQƏSİ

Məsimova A.İ., Dadaşova V.V.*

*Bakı Dövlət Universiteti
aiselmasimova@gmail.com*

Aktual anlayışlardan biri olan kompyuter texnologiyası dedikdə, informasiyanın emalı prosesi zamanı icra olunan müəyyən əməliyyatın yığılımı nəzərdə tutulur. Haqqında bəhs etdiyimiz müasir texnologiya duyğu orqanları vasitəsilə əldə olunan məlumatın qavranılmasıdır. Müasir informasiya texnologiyasının təhsildə tətbiqinə nəzər yetirdiyimiz zaman bu texnologiyanın müəyyən mənada təlimin texniki vasitələri ilə olan əlaqəsi nəzərə çarpır. Belə ki, təlimin texniki vasitələri tədris olunan mövzunun əyani vasitələr ilə göstərilməsidir. Haqqında bəhs etdiyimiz vasitələr arasında audio - recording process, telekommunikasiya, vizual görünüş mənbəyi hesab edilən televiziya, kinomatoqrafiya sahəsinə uyğun olaraq təlimin təşkili üçün nəzərdə tutulan vasitələrdən istifadə olunur.

İnformasiya kommunikasiya texnologiyasının imkanlardan biri olan modelləşdirmə prosesinin yuxarıda qeyd etdiyimiz təlimin texniki vasitələrindən biri olan "tədris kinosu" üsulu ilə qarşılıqlı əlaqəsi zamanı mövzunun əyani olaraq canlandırılması, şagirdlərdə mövzu ilə bağlı ətraflı fikrin formalaşmasına nail olunur.

Transducer imkanı ilə informasiyanın əldə olunması və ötürülməsi prosesi həyata keçirilir. İnformasiya kommunikasiya vasitələrindən hesab olunan bu anlayış ilə təlimin texniki vasitələri hesab olunan müasir kompyuter texnikası şagirdlərdə araşdırma bacarığı, əldə olunan anlayışları fərqləndirərək müqayisə etmə qabiliyyəti aşılayır. Əlavə olaraq, təlimin texniki vasitələri ilə yeni informasiya texnologiyalarının qarşılıqlı əlaqəsi nəticəsində şagirdlərin müstəqil düşüncəsi, sərbəst danışıq, məhsuldar bacarıqlarını formalaşdırmaq mümkündür.

Mövzunun aktuallığını nəzərə alaraq, İKT əsaslı müəyyən infrastrukturların təşkili planlaşdırılır. Qeyd olunan plana əsasən təhsil prosesində elektron xidmətin istifadəsinin genişləndirilməsi həyata keçiriləcəkdir.

Beləliklə, informasiya kommunikasiya texnologiyası ilə təlimin texniki vasitələrinin birgə vəhdəti müasir dərs standartlarına, fəal təlimin tələblərinə uyğun dərsin təşkilinə səbəb olur.

Ədəbiyyat

1. Alguliyev R. M., Afanasyev A. P., Albertian A. N., Belevtsev A. A., Imelbayev Sh. S., Rappoport A. M. Methods of security control in information and telecommunication distributed systems// Dynamics of Non-homogeneous Systems. Proceedings of ISA RAS.M., -2001, vol.5.- pp.139-152.

2. Əliquliyev R. M. İmamverdiyev Y. N., Yusifov F. F. Cəmiyyətin informasiya təhlükəsizliyinə dair bəzi konseptual baxışlar// İnformasiya cəmiyyəti problemləri.- 2011, №2.-s.3-9
3. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы; Учеб. пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений / Под ред. Каменецкого С. Е., Пурышевой Н. С. – М. :Издательский центр «Академия», 2000.- 384 с

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ПРИНЦИПУ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА

¹Тагизаде Н.Б., ²Исмаилова Р.Н.*

¹Экономико-гуманитарный колледж при БГУ

*²Бакинский Государственный Университет
solidita@mail.ru*

Гидравлический пресс – это устройство, используемая для прессования, она состоит из двух цилиндров с поршнями разного диаметра и соединенных трубкой. При этом пространство под поршнями и трубкой заполняется различной жидкостью.

Принцип его работы основан на законе Паскаля, то есть давление, производимое на жидкость остается постоянной во всех направлениях и по всему объему. Для проверки этого закона в данной работе был изготовлен модель гидравлического пресса для демонстрационных экспериментов, который состоит из двух шприцов разного диаметра, один из которых имеет объем 20 мл³, а другой - 100 мл³. Концы этих шприцов соединены тонким шлангом от капельницы, а внутренний объем заполнили окрашенной водой. Все это крепим на штатив, в качестве подставки (рис. 1).

Используя эту модель, вычислим экспериментальную задачу, в которой необходимо определить выигрыш в силе.

Когда на поршни не действуют силы, в обоих цилиндрах высота столбов жидкости одинаковы. При работе, поршень с площадью сечения S_1 , то есть узкий цилиндр под действием силы F_1 опустится вниз на высоту H_1 , а поршень с площадью S_2 , то есть широкий цилиндр под действием силы F_2 поднимется на высоту H_2 . Соответственно, давлению будут определяться как:

$$p_1 = F_1/S_1 \quad \text{и} \quad p_2 = F_2/S_2$$

По закону Паскаля они равны, а силы, действующие на поршни гидравлического пресса будут прямо пропорциональны площадям этих поршней:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

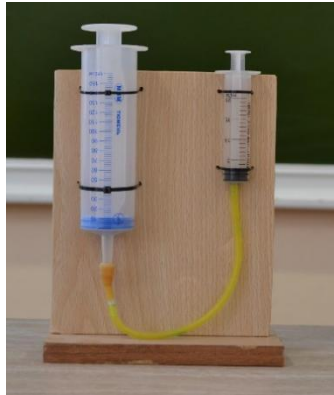


Рис. 1. Модель гидравлического пресса

Отсюда видно, что выигрыш в силе равен отношению площадей этих поршней.

Экспериментальный расчет:

Диаметры тонкого и широкого поршня, будут соответственно, равны:

$$D_1=19 \text{ мм и } D_2=26 \text{ мм}$$

Тогда их площади вычисляем по формуле $S = \frac{\pi D^2}{4}$

Площади, соответственно, будут равны:

$$S_1 = \frac{3,14 \cdot 19^2}{4} = 283 \text{ мм}^2 \quad S_2 = \frac{3,14 \cdot 27^2}{4} = 572 \text{ мм}^2$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{572}{283} = 2,02$$

Результат: Вычисление показало, что для данной модели гидравлического пресса выигрыш в силе равен 2 раза.

Современный гидравлический пресс используется, например, для прессования сена, выжимания масла с семян, в приготовлении различных соков; в производстве стальных валов машин, железнодорожных колес и т.д.

Литература

1. Перышкин А. В. Физика. 7 класс: учеб. Для общеобразоват.учреждений/ Перышкин А. В. – М. : Дрофа, 2013. – 221с.
2. <http://mirnovogo.ru/gidravlicheskiy-press>

MÜNDƏRİCAT

TENG VASİTƏSİLƏ DƏNİZ DALĞALARININ ENERJİSİNİN ELEKTRİK ENERJİSİNƏ GENERASIYASI VƏ SENSOR TEKNOLOGİYASINA TƏTBİQİ ƏHMƏDOVA K.N., GÜLƏHMƏDOV O.G.	5
İLE-TRP DİPEPTİDİNİN HOMO VƏ LUMO SPEKTRLƏRİNİN TƏDQIQI SƏYYADOVA T.S., RƏHİMƏDƏ S.Q.	6
THE SOLUTION OF THE EINSTEIN FIELD EQUATION IN 5-DIMENSIONAL ADS SPACETIME HAJİYEVA H.C., MAMMADOV SH.A.	9
BAŞ ARDICILLIQ ULDUZLARIN TƏKAMÜLÜ DOSTƏLİYEVA C.P., MİKAYİLOV X.M.	10
$e - e^{+} \rightarrow He - e +$ PROSESİNİN SƏPİLMƏ DİAQRAMININ ARAŞDIRILMASI MƏMMƏDOVA A.H., ABDULLAYEV S.Q.	12
QRAVİTASIYA DALĞALARI ABBASOVA A.Ş., ADİGÖZƏLOVA X.A.	13
ELEKTRON- ELEKTRON SƏPİLMƏSİNDƏ HİQQS BOZONUN YARANMASI PROSESİNDƏ ASİMMETRİYALAR DADAŞOV Ü.S., ABDULLAYEV S.Q.	15
ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТОНОВ ИСПУЩЕННЫХ ПРИ СТОЛКНОВЕНИЯХ ЛЕГКИХ ЯДЕР С ИМПУЛЬСОМ 4.2 ГЭВ/С МАМЕДОВА А.М., СУЛЕЙМАНОВ М.К.	16
QARA DƏLİKLƏR EMİNOVA M.E., SƏMƏDOV Z.A.	18
0+ HALLARININ YARANMASINDA QALIQ QARŞILIQLI TƏSİRLƏRİN NƏZƏRƏ ALINMASI MƏMMƏDƏLİZADƏ K.B., ƏBDÜLVAHABOVA S.Q.	19

GÜNƏŞ AKTİVLİYİNİN İNSAN FƏALİYYƏTİNƏ TƏSİRİ MƏMMƏDLİ Q.N., BƏŞİROV M.M.	20
KVANT HESABLAMA VƏ TELEPORTASIYA MƏMMƏDZADƏ Ö.İ., DAŞDƏMİROV A.O.	22
GÜNƏŞ NEYTRİNOSUNUN SƏRBƏST QAÇIŞ YOLUNUN UZUNLUĞUNUN HESABLANMASI PIRVƏLIYEVA Ş.S., BABAYEV Ə.H.	23
NEYTRİNO DƏSTƏSİNİN ELEKTRONLARDAN ANTİSTOKS SƏPİLMƏSİNDƏ ENERJİ İTKİSİ VƏ SƏPİLƏN NEYTRİNOLARIN ORTA ENERJİSİ ARASINDA ƏLAQƏ ¹MƏHƏRRƏMZADƏ N.B., HÜSEYNOV V.A.	25
BƏŞ ÖLÇÜLÜ REİSSNER-NÖRDSTROM ANTİ-DE SİTTER QARA DƏLİKLƏRİNİN SIFIR GEODEZİDLƏRİ QAFAROVA A.H., MƏMMƏDOV Ş.Ə.	26
YÜKLÜ ANTİ-DE SİTTER QARA DƏLİKLƏRİ ¹QASIMOVA L.Z., ²MƏMMƏDOV Ş.Ə.	28
G SPEKTRAL SİNİFLİ HD 10697 (G3V) VƏ HD 9362 (G8.5III) ULDUZLARININ EFFEKTİV TEMPERATURLARI VƏ SƏTHLƏRİNDƏ AĞIRLIQ QÜVVƏSİ TƏCİLLƏRİNİN TƏYİNİ ŞAHMARLI Z.Ə., SƏMƏDOV Z.A.	29
0 ⁺ HALLARI SU(5) QRUP TƏSVİRİNDƏ TALIBZADƏ S.G., ƏBDÜLVƏHABOVA S.Q.	31
F SPEKTRAL SİNİFLİ HD 4757 (F4 III) VƏ HD 4919 (F3 III) ULDUZLARININ EFFEKTİV TEMPERATURLARININ VƏ SƏTHLƏRİNDƏ AĞIRLIQ QÜVVƏSİ TƏCİLLƏRİNİN TƏYİNİ XANKIŞIYEVA A.Ə., SƏMƏDOV Z.A.	32
РАСПАД БОЗОНА ХИГГСА НА ГЛЮОНЫ ГУСЕЙНОВА Н.М., АБДУЛЛАЕВ С.К.	33
DOUBLE BETA DECAY IN THE ISOTOPE ¹³⁰ BA AMIRLI S.I., ABDULVƏHABOVA S.G.	35

GÜNƏŞ ALIŞMALARININ TƏDRİS GÖSTƏRİCİLƏRİNƏ TƏSİRİ ƏHMƏDOVA K.N., BƏŞİROV M.M.....	36
BİOLOJİ PROBLEMLƏRİN HƏLLİNDƏ İNFORMASIYA TEXNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ MAYILOVA A.A., RƏHİMƏDƏ S.Q.	39
NEYROMEDİN MOLEKULUNUN TETRAPEPTİD FRAQMENTİNİN MOLEKULYAR DİNAMİKASI ABDULLAYEVA M.T., ƏLİYEVA İ.N.	40
PENTAPEPTİD MOLEKULUNUN FƏZA QURULUŞU QƏRİBOVA G.A., ƏLİYEVA İ.N.....	42
FİTOMELANİNLƏRİN DƏMİR İONLARI İLƏ KOMPLEKS BİRLƏŞMƏLƏR ƏMƏLƏ GƏTİRMƏSİ RƏHİMOVA G.R., BAĞIROV R.M.	43
HEPTAPEPTİD MOLEKULUN DAYANIQLI KONFORMASIYALARININ TƏDQIQI QASIMOVA H.H., ABBASOVA G.C.....	44
CLH MOLEKULUNUN MOLEKULYAR ORBİTALLARI DEMİRƏŞ E.T., PAŞAYEV F.H.....	46
BLAST 1 MOLEKULUNUN FƏZA QURULUŞUNUN HƏNDƏSİ PARAMETRLƏRİNİN TƏDQIQI ASLANOV M.A., VƏLİYEVA L.İ.	47
TRİPEPTİD FRAQMENTİNİN DAYANIQLI KONFORMASIYALARININ ENERGETİK PARAMETRLƏRİ MƏMMƏDOVA S.Z., ABBASOVA G.C.....	49
TƏRKİBİNDƏ AĞIR METAL İONLARI OLAN SULU MƏHLULLARDA ZÜLAL MAKROMOLEKULLARININ AQRƏQASIYA PROSESLƏRİ BAĞIROVA N.N., HACIYEVA Ş.N.....	50
PROPİL SPİRTİNİN SULU MƏHLULLARININ STRUKTUR TEMPERATURU ƏZİZOVA A.R., HƏSƏNOV A.Ə.	52

Li ₂ MOLEKULUNUN MOLEKULYAR ORBİTALLARI VƏ ORBİTAL ENERJİLƏRİ HÜSEYNOVA Y.E., PAŞAYEV F.H.	53
OVALULİN MOLEKULUNUN TYR-PRO-LEU-ASP FRAQMENTİNİN FƏZA QURULUŞU KƏRİMLİ Y. Q., AĞAYEVA L.N.	55
ZnO NANOHİSSƏCİYİNİN PARAMETRLƏRİNİNİN TƏYİNİ VƏ VİZUAL MODELİNİN QURULMASI MƏMMƏDOVA Ü.B., HƏSƏNOV.A.Q.	56
LİVAGEN MOLEKULUNUN FƏZA QURULUŞU RUFULLAYEVA G.T., AĞAYEVA L.N.	58
BİOLOJİ PROSESLƏRİN TERMODİNAMİKASI QASIMZADƏ F.M., HACIYEVA Ş.N.	59
BİR SIRA QEYRİ-ÜZVİ DUZLARIN PEQ-DEKSTRAN-SU İKİFAZALI SİSTEMİNİN FAZA DİAQRAMINA TƏSİRİ ABBASOV V.F., MƏSİMOV E.Ə.	60
ZnS/P-CdTe/N-Si HETEROKEÇİDİNİN ELEKTRİK XASSƏLƏRİ NƏZİROVA F.N., CƏFƏROV M.Ə.	63
ZnS/CdTe HETEROKEÇİDİNİN FOTOLEKTRİK XASSƏLƏRİ NƏZİROVA F.N., CƏFƏROV M.Ə.	64
ENHANCING TRIBOELECTRIC NANOGENERATOR PERFORMANCE USING PS/GNP NANOCOMPOSITE FILMS MAMMADOVA N.C., GÜLAHMADOV O.G.	66
GaS(YB) MONOKRİSTALININ ELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ RADİASIYA DEFEKTLEƏRİNİN TƏSİRİ MAHMUDOVA X.M., ALLAHVERDİYEV Ş.A.	67
GaSe MONOKRİSTALINDA LOKAL SƏVİYYƏLƏR İBRAHİMOVA N.A., ABASOVA A.Z.	68

REAL METAL-YARIMKEÇİRİCİ KEÇİDLƏRİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ İBİŞZADƏ G.P., ASLANOVA Ə.R.	70
KVANT ÇUXURUNDA ZONADAXİLİ OPTİK UDULMA HÜSEYNOVA S.N., QƏDİROVA İ.R.	71
$Cu_2S - In_2S_3$ SİSTEMİNİN NAZİK TƏBƏQƏLƏRİNİN XASSƏLƏRİ EYVAZLI G.Q., CAHANGIROVA S.Ə.	72
PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF THE HETEROJUNCTION OBTAINED ON THE BASIS OF $TlGaSe_2-TlSe(Ge)$ ALİYEVƏ A.Y., ABASOVA A.Z.	74
OPTİK HOLOQRAFİYANIN PRİNSİPLƏRİ ƏHMƏDOVA F.Y., QASIMOVA R.C.	75
GÜCLÜ ELEKTRİK VƏ MAQNİT SAHƏLƏRİNDƏ DƏRİN TƏLƏLƏRƏ MALİK YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ CƏRƏYAN RƏQSLƏRİ AĞAYEVƏ N.T., MUSTAFAYEVƏ R.K.	77
$Cu_3Ga_5Se_9$ BİRLƏŞMƏSİNİN VAKUUMDA TERMİK BUXARLANDIRMA ÜSULU İLƏ NAZİK TƏBƏQƏSİNİN ALINMASI MƏMMƏDOVA S.E., HÜSEYNOV Ə.H.	78
ŞOTTKİ KEÇİDİNDƏ CƏRƏYAN AXININA ƏLAVƏ ELEKTRİK SAHƏSİNİN TƏSİRİ HÜSEYNOVA S.M., MƏMMƏDOV R.Q.	80
QEYRİ-BİRCİNS ELEKTRON EMİSSİYALI ŞOTTKİ KEÇİDLƏRİ COMƏRDOVA N.F., MƏMMƏDOV R.Q.	81
QEYRİ-BİRCİNS QAZ BOŞALMASI PLAZMASINDA YÜKLÜ ZƏRRƏCİKLƏRİN KONSENTRASİYASI MUSTAFAYEVƏ N.E., HÜSEYNOV T.X.	82
THE EFFECT OF EARLY ATOMS ON THE PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF GESE LAYERED MONOCRYSTAL AHMADOVA S.A., ALEKBEROV A.S.	84
PAYLANMIŞ TUTUMUN UZUN BORUDA İONLAŞMA DALĞASININ YAYILMASINA TƏSİRİ	

SÜLEYMANOVA A.R., AĞAYEV M.N.	85
LiNbO ₃ -İN MÜXTƏLİF DOMENLƏRİNDƏ ALINMIŞ PBTE TƏBƏQƏSİNİN KEÇİRİCİLİYİNİN DƏYİŞMƏSİ RƏHİMOVA S.M., SƏRMƏSOV S.N.	87
MONTAJ ƏLAMƏTLƏRİNİN MÜƏYYƏN EDİLMƏSİ ÜSULLARI88 SALAHOVA D.R., ƏLİYEV L.P.	88
KVANT ÇUXURUNDA ZONALARARASI OPTİK UDULMA NOVRUZOVA R.E., QƏDİROVA İ.R.	90
GAS(YB) MONOKRİSTALININ FOTOELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ RADİASIYA DEFƏKTLƏRİNİN TƏSİRİ TAĞIYEV F.R., ALLAHVERDİYEV Ş.A.	91
MnIn ₂ Se ₄ BİRLƏŞMƏSİNİN ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNİN TEMPERATUR ASILILIĞİNİN TƏDQIQI ORUCOVA Z.A., NİFTİYEV N.N.	92
ГЕНЕРАЦИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ TlGaS ₂ ГАРАЕВА Ш.В., МАМЕДОВ П.М.	94
ANİZOTROP MÜHİTLƏRDƏ TEMPERATUR QRADİENTİ OLANDA ENİNƏ VƏ UZUNUNA TERMOMAQNİT DALĞALARININ HƏYƏCANLANMASI QURBANOVA F.E., HƏSƏNOV E.R.	95
SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF POLYSTYRENE AND ZnO (PS/ZNO) BASED NANOCOMPOSITES DADASHOVA V.V., ALIYEV A.M.	97
DAR QADAĞAN ZOLAQLI YARIMKEÇİRİCİ ƏSASLI KVANT TƏBƏQƏSİNDƏ ELEKTRON QAZININ İSTİLİK TUTUMU RƏSULOVA D.F., İSMAYILOV T.H.	98
AŞQARLI YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ ELEKTRİK VƏ MAQNİT SAHƏLƏRDƏ KİÇİK DƏYİŞMƏLƏRDƏ FLUKTASIYA DAYANIQSIZLIĞI SƏFƏRLİ A.R., MUSTAFAYEVA R.K.	99

(Cu ₂ SnS ₃) _{0.7} (ZnS) _{0.3} , (Cu ₂ ZnSnS ₄) KRİSTALLARIN SİNTEZİ VƏ XARAKTERİZASİYASI XANKIŞIYEVA A.M., MURSAKULOV N.N.	101
YENİ NƏSİL GÜNƏŞ ELEMENTLƏRİ ÜÇÜN HİBRİD NANOMATERİALLAR MƏMMƏDZADƏ A.M., NURIYEVA S.Q.	102
Pb _{1-x} Sn _x Te ƏSASINDA HAZIRLANMIŞ HETEROKEÇİDİNDƏ CƏRƏYANIN KEÇMƏ MEXANİZMİ ƏLİYEVƏ A.İ., SƏRMƏSOV S.N.	103
HELİUM VƏ NEON TƏSİRSİZ QAZLARININ İSTİLİK KEÇİRİCİLİYİ ƏZİMOVA L.Ü., HÜSEYNOV T.X.	105
İNTEQRAL MİKROXEMLƏRİN İSTEHSALINDA EPİTAKSİAL-PLANAR TEXNOLOGİYASI ƏMRAHOVA S.S., DAVUDOV B.B.	106
FİZİKADAN MƏSƏLƏ HƏLLİ DƏRSLƏRİNDƏ MÜƏLLİMİN YÖNƏLDİCİ FƏALİYYƏTİ ALİYEVƏ E.T., ORUCOV A.K.	108
QEYRİ-NYUTON MAYELƏRİNDƏ NÜMAYİŞ EKSPERİMENTİNDƏN İSTİFADƏ EDİLMƏSİ MƏMMƏDOVA E.M., CABBAROV C.H.	109
FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ “STEAM METODUN”-DAN İSTİFADƏNİN ÜSTÜNLÜKLƏRİ ƏLİYEVƏ Q.Y., DAŞDƏMİROV A.O.	111
İQTİSADİYYATLA FİZİKANIN ƏLAQƏSİ HÜMBƏTOVA G.R., ORUCOV A.K.	112
ORTA MƏKTƏBİN YUXARI SİNİFLƏRİNDƏ FİZİKANIN RİYAZİYYAT İLƏ ƏLAQƏSİ BABAYEVƏ F.Ş., RƏHİMOV R.Ş.	113
FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ FƏNLƏRARASI İNTEQRASIYA BABAYEVƏ F.Ş., RƏHİMOV R.Ş.	114

FİZİKA FƏNNİNİN MƏNİMSƏNİLMƏSİNDƏ FRONTAL LABORATORİYA DƏRSLƏRİNİN ROLU BAĞIROVA Ə.A., NURULLAYEV Y.Q.	116
FİZİKA DƏRSLƏRİNDƏ ŞAGİRD LƏRİN İDRAK FƏALİYYƏTİNİN FORMALAŞDIRILMASI VƏ İNKİŞAFI ÜSULLARI ƏMƏŞZADƏ M.A., QARAYEV E.S.	117
ORTA ÜMUMTƏHSİL MƏKTƏBLƏRİNDƏ FİZİKA FƏNNİNİN MƏNİMSƏNİLMƏSİNDƏ MƏKTƏB EKSPERİMENTİNİN ROLU ƏMƏŞZADƏ M.A., QARAYEV E.S.	119
НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В СРЕДНЕМ ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ ГУСЕЙНЛИ Н.З., ДЖАББАРОВ ДЖ,Г.	120
ÜMUMTƏHSİL MƏKTƏBLƏRİNİN BAZA TƏHSİL SİSTEMİNDƏ İŞIQ HADİSƏLƏRİNİN TƏDRİSİ METODİKASI HÜSEYNOV P.A., RƏHİMOV R.Ş.	122
TƏBİƏT TƏMAYÜLLÜ LİSEYLƏRDƏ “XI SİNİFDƏ YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ ELEKTRİK CƏRƏYANI” MÖVZUSUNUN TƏDRİSİNDƏ ZONA NƏZƏRİYYƏSİ ELEMENTLƏRİNDƏN İSTİFADƏ KƏRİMLİ F.K., NİFTİYEV N.N.	123
İNFORMASIYA KOMMUNİKASIYA TEXNOLOGİYASININ TƏLİMİN TEXNİKİ VASİTƏLƏRİ İLƏ ƏLAQƏSİ MƏSİMOVA A.İ., DADAŞOVA V.V.	125
ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПО ПРИНЦИПУ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРЕССА ТАГИЗАДЕ Н.Б., ИСМАИЛОВА Р.Н.	126

**Kompüter tərtibatı və
üz qabığının dizaynı:**

Sahib Ədilov

Çapa imzalanmışdır: 24.06.2024

Formatı: 70x100 1/16. Həcmi 8,5 ç.v. Sayı 100.

Bakı Dövlət Universitetinin Nəşr Evinə çap olunmuşdur.

AZ 1148, Bakı ş., ak. Z.Xəlilov küçəsi, 33.

Tel: (+99412) 538 87 39 / 538 50 16

e-mail:bduneshrevi@bsu.edu.az

www.bsu.edu.az