

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ

BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ



**Ümummilli Lider HEYDƏR ƏLİYEVİN
anadan olmasının 99-cu ildönümünə həsr olunmuş**

"GƏLƏCƏYİN ALİMLƏRİ»

mövzusunda

TƏLƏBƏLƏRİN VII RESPUBLİKA ELMİ KONFRANSININ

M A T E R İ A L L A R I

Bakı, 4 may 2022-ci il

KONFRANSIN TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ:

SƏDR:

Əli Məmmədov Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
III kurs tələbəsi, Fizika fakültəsinin Tələbə
Elmi Cəmiyyətinin sədri

SƏDR MÜAVİNİ:

Dilarə Piriyyəva Fizika fakültəsinin magistratura səviyyəsi
üzrə II kurs tələbəsi

ÜZVLƏR:

Zərifə Paşalı Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
IV kurs tələbəsi

Samir Yusifov Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
IV kurs tələbəsi

Əsmər Əliyeva SABAH qrupları Fizika müəllimliyi ixtisasının
bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi

Rəcəb Şükürlü SABAH qrupları Fizika müəllimliyi ixtisasının
bakalavriat səviyyəsi üzrə III kurs tələbəsi

Jalə Həşimova Fizika fakültəsinin bakalavriat səviyyəsi üzrə
II kurs tələbəsi

KONFRANSIN PROQRAM KOMİTƏSİ:

SƏDR:

Bəxtiyar Paşayev Fizika fakültəsinin dekani

ÜZVLƏR:

Sədiyar Rəhimov Fizika Problemləri Elmi-Tədqiqat
İnstitutunun direktoru

Mustafa Muradov Tədqiqat, İnkişaf və İnnovasiyalar
üzrə Mükəmməllik Mərkəzinin
proqram, təhsil və əməkdaşlıq üzrə
direktor müavini

Vüsal Məmmədov Fizika fakültəsinin tədris işləri üzrə
dekan müavini

Şəhla Hacıyeva Fizika fakültəsinin elmi işlər üzrə
dekan müavini

Məhəmməd Məhərrəmov Fizika fakültəsinin sosial məsələlər və
tələbələrə iş üzrə dekan müavini

Mehdi Mahmudov Bərk cisimlər fizikası kafedrasının
müdiri

Məmməd Rəcəbov Nəzəri fizika kafedrasının müdiri

Kəmalə Alışeva Astrofizika kafedrasının müdiri

Rəhim Rəhimov Ümumi fizika və fizikanın tədrisi
metodikası kafedrasının müdiri

Aida Əhmədova Ümumi fizika və fizikanın tədrisi
metodikası kafedrasının böyük
laborantı, Fizika fakültəsinin Tələbə
Elmi Cəmiyyətinin elmi rəhbəri

Sara Rəhimzadə Fizika Problemləri Elmi-Tədqiqat
İnstitutunun Nəzəri fizika şöbəsinin
böyük laborantı

PLENAR İCLAS

AKUSTİK REZONANSLAR VƏ NİTQ SİQNALLARINDA REZONANS TEZLİKLƏRİ

Qocayeva N.E., Əliyev L.P.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
nerminqocayeva81@gmail.com

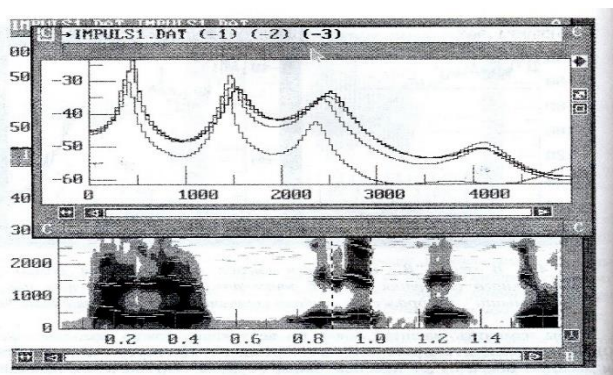
Akustik rezonans (formant) dedikdə danışığ sığnalının spektrində vokal traktın ölçülərinə uyğun əsas enerji maksimumları başa düşülür. Bu enerji maksimumlarına uyğun gələn tezliklər formant tezlikləri adlanır

Formantlar vokal traktı səs mənbəyindən səs dalğalarının yayılması zamanı yaranır. Səs yuvacığından diktorun dodağına qədər yayılan və dodaqdan geri qayıdan səs dalğası rezonans yaradır. Əgər traktın açıq ucundan – dodaqdan əks olunan səs dalğası öz mənbəyinə qədər qayıdırsa, bu zaman səs mənbəyindən gələn ilkin dalğa ilə qayıdan dalğa eyni fazada və ya əks fazada olur. Dalğalar eyni fazadadırsa səs güclənməyə başlayır. Hər sonrakı səs dalğası əvvəlkinə gücləndirir və vokal traktı həmin tezlikdə rezonans müşahidə olunur. Yəni, həmin tezlikdə dalğanın amplitudu nisbətən böyük olur. Sığnalın spektral təsvirində bu rezonans formant maksimumlarına uyğundur.

Formantlararası tezlik məsafəsi təxminən vokal traktın uzunluğu ilə müəyyənəşir. Rezonansın alınması üçün səs dalğası səs mənbəyindən dodağa və əksinə çatmalıdır. Bu zaman səs dalğası iki səs traktının uzunluğu qədər yol qət etmiş olur. Vokal traktı səsin sürəti təxminən $v=350$ m/san təşkil edir.

Ona görə də, əgər kişi diktorun vokal traktının uzunluğunun təxminən $L=17,5$ sm olduğunu qəbul etsək, traktın I rezonansında səs dalğasının getdiyi yol $2L=35$ sm olacaq. Bu halda gedən və qayıdan dalğalar əks fazalarda olacaq. Amplitudun I maksimumu

isə Место для уравнения. $\nu = \frac{v}{4l}$ tezliyinə uyğun gələcəkdir. Yəni 17,5 sm-lik vokal trakta malik kişi diktör üçün birinci formant $F = \frac{v}{4l} = \frac{350}{70} = 500$ hs tezlikdə olacaqdır. Səs dalğası bütün vokal traktı təxminən 0.001 san müddətində keçir. Vokal traktın hər rezonansı dodaqdan gələn və əks olunan dalğalar fazaca üst-üstə düşdükdə yaranır. Devیلənləri nəzərə alsaq, hər bir rezonansın baş verdiyi tezlik $F(j) = \frac{v}{2l} \left(j - \frac{1}{2} \right)$ düsturu ilə hesablanı bilər.



Şəkil 1. Nitq signalının ani və dinamik spektrində formantların – enerji maksimumlarının təsviri.

Ədəbiyyat

1. Musayev H., Əliyev L., Valiyev H. Audio və video yazıların kriminalistik ekspertizası. Elmi praktik vəsait. Bakı, 2020.
2. Əliyev L.P. Kriminalistik fonoskopiya. Kriminalistika. Dərslik, XXI fəsil. Bakı, 2021.

IMPROVING THE PERFORMANCE OF THE TRIBOELECTRIC NANOGENERATOR (TENG) BY USING MICROSTRUCTURED NYLON

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

¹Baku State University, Faculty of Physics

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

Triboelectric nanogenerators are a system that can safely and conveniently generate electricity from all types of mechanical energy sources and are based on two physical processes, triboelectricization and electrostatic induction. Triboelectricity is the formation of opposite charges on the surfaces of materials with triboelectric properties when they come into contact with each other. The shape and size of the surface structure of such materials and the structures created on their surface have a strong impact on the performance of TENG as a whole.

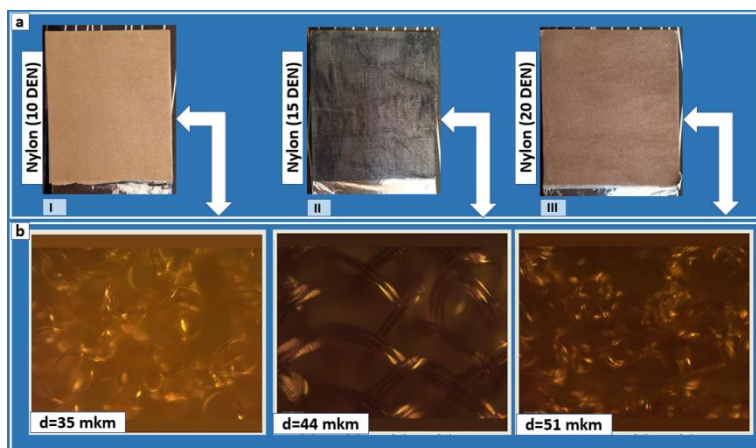


Figure 1. a) Nylon films of different sizes; b) Microscopic images of nylon films (Magnification: 100X)

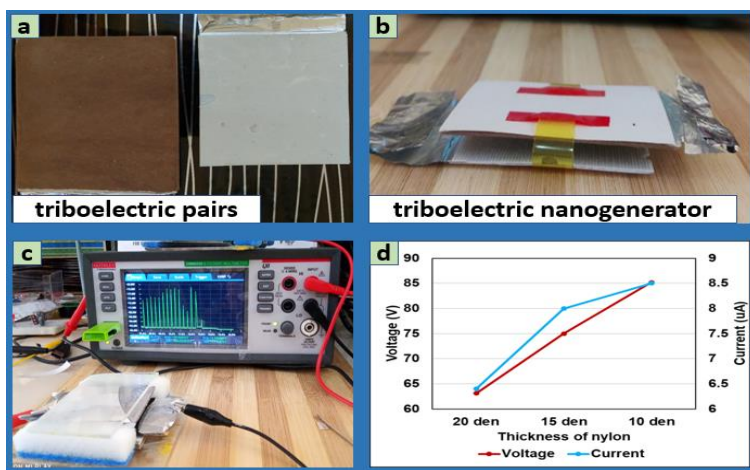


Figure 2. a) triboelectric pairs; b) the initial prototype of the triboelectric nanogenerator; c) measurement mode of the TENG; d) voltage and current graphs of the TENG

In the study, TENGs were created using polysiloxane and nylon films of different diameters and structures, and their output parameters were performed using a digital multimeter analyzed comparatively (DMM6500 6-1/2 digit multimeter, Keithley). Al foil was used as an electrode. Figure 1b shows microscopic images of nylon films and diameters of nylon wires. As shown in Figure 2d voltage and current values increase as the size of the nylon wires decreases. Thus, the voltage increases from 63V to 85V, and the current increases from 6.3 μA to 8.5 μA and reaches its maximum value.

References

1. Kim J., Orkhan Gulahmadov O., Muradov M.B. Enhancement of performance of triboelectric generators by introduction of micro- and nano-structures on triboelectric films // Journal of Materials Science: Materials in Electronics. 2021, v. 32, p. 24661–24680

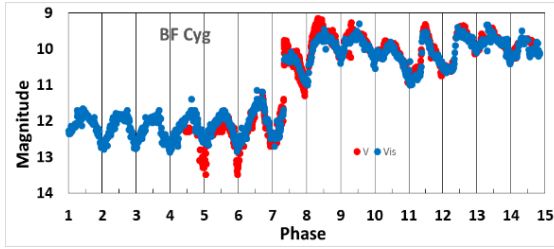
BF CYG SİMBİOTİK ULDUZUN PARLAQLIQ ƏYRISİNDƏ PERİODİK DƏYİŞMƏLƏR

Baxşıyeva Ş.E., Mikayılov X.M.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
baxsiyevasahana@gmail

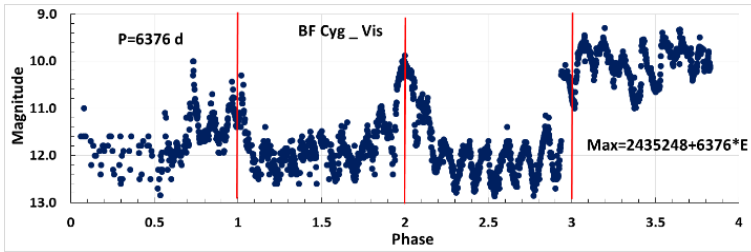
Simbiotik ulduzlar qarşılıqlı təsirdə olan dumanlıqla əhatə olunmuş qoşa ulduz sistemləridir. Simbiotik ulduzları tədqiq etməklə çox fərqli sıxlığa və temperatura malik üç müxtəlif tip soyuq nəhəng, isti cırtıdan və qaz-toz dumanlıqlarını öyrənmək olur. Simbiotik ulduzlar qoşa sistemlərdə ulduzların təkamülünün müxtəlif aspektlərini öyrənməyə imkan verən bir növ fiziki laboratoriya rolunu oynayır. BF Cyg klassik simbiotiklər qrupuna aiddir və öz sinfinin ən çox öyrənilən obyektlərindən biridir. Bu işdə məqsədimiz son illərin fotometrik müşahidələrini də daxil etməklə ulduzun parlaqlıq əyrisini təhlil etməkdir. AAVSO [1] fotometrik məlumat bazasından istifadə edərək BF Cyg simbiotik ulduzun 63 illik (1959-2022) dövr üçün parlaqlıq əyrisi qurulmuşdur. BF Cyg-in uzunmüddətli işıq əyrisi iki növ optik dəyişkənliyi göstərir. Onlardan biri böyük amplitudlu dəyişikliklər, ikincisi müntəzəm dövrü modulyasiyalardır. Kiçik amplitudla modulyasiyalar 1994-2005-ci il intervalında daha yaxşı görünür. Furiye analizindən istifadə edərək ulduzun parlaqlıq əyrisində periodların tapılması məsələsinə baxılmışdı. Parlaqlıq əyrisində 2 periodik dəyişmə aşkar edilmişdi: uzun period $P=6376$ gün= 17.45 il və qısa period $P=757.6$ gün= 2.07 il.

2 illik (757.6 gün) qısa periodun qiyməti əski tədqiqatçıların aldığı nəticələrə çox yaxındır[2,3]. Hesab olunur ki, qısa period qoşa sistemin orbital hərəkəti ilə bağlıdır. Şəkil 1-də BF Cyg ulduzunun 30-illik dövr üçün V və Vis ulduz ölçülərində faza diaqramı verilmişdi. Fazanın başlanğıcı parlaqlıq əyrisində minimumlara çox yaxşı oturur. Bu bir daha 757.6 günlük periodik dəyişməni təsdiqləyir.



Şəkil 1. BF Cyg ulduzunun 30 illik dövr üçün parlaqlıq əyrisinin 757.6 günlük perioda uyğun faza diaqramı.

Şəkil 2-də isə 63 illik dövr üçün Vis ulduz ölçüsündə faza diaqramı verilmişdi. Şəkindən göründüyü kimi BF Cyg ulduzunda 17.5 il fasilələrlə $\sim 2.5^m$ ulduz ölçüsü qədər müxtəlif xarakterli 3 alışıma baş vermişdir.



Şəkil 2. BF Cyg ulduzunun 63 illik dövr üçün parlaqlıq əyrisinin 6376 günlük perioda uyğun faza diaqramı.

Ədəbiyyat

1. www.aavso.org/LCGv2/
2. Pucinskas, A. On some periodicity phenomena in symbiotic stars, Vilnius Astronomijos Observatorijos Biuletenis, 1970, Vol. 27, p.24
3. Fekel, Francis C. et al. Infrared spectroscopy of symbiotic stars. III. First orbits for three s-type systems, The Astronomical Journal, 2001, Vol. 121, Is. 4, pp. 2219-2226.

BÖLMƏ 1

NƏZƏRİ FİZİKA VƏ ASTROFİZİKA

BİRZƏRRƏCİKLI MODEL ƏSASINDA NEYTRONLARIN NÜVƏDƏN REZONANS SƏPİLMƏSİ

Cəbrayılı A.R., Bayramova T.O.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
aygunjabrailova126@gmail.com

Müəyyən kinetik enerjiyə malik neytron hədəf nüvənin üzərinə düşərkən aralıq nüvə əmələ gətirir. Aralıq nüvənin dalğa funksiyasını birzərrəcikli halların xətti kombinasiyası şəklində təsvir etmək olar:

$$\Psi = \sum_{i=1}^N \alpha_i \varphi_i e^{\left(-\frac{iE_k t}{\hbar}\right)}.$$

Burada φ_i – birzərrəcikli dalğa funksiyasının koordinat hissəsini göstərir, E_i – isə birzərrəcikli halların enerjisidir. Aralıq nüvənin həyəcanlanma enerjisini birzərrəcikli sadə hallar şəklində göstərmək olar:

$$E_n = E_0 + nD.$$

Burada E_0 – əsas halın enerjisi, D – birzərrəcikli hallar arasındakı enerjilər fərqi. Beləliklə, dalğa funksiyasını aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\psi = e^{-\frac{iE_0 t}{\hbar}} \sum_{i=1}^N \alpha_i \varphi_i e^{-\frac{inDt}{\hbar}}$$

Aralıq nüvənin əmələ gəlməsi üçün neytronun kinetik enerjisi, nüvədəki əlaqə enerjisindən böyük olmalıdır. Qeyri-müəyyənlik prinsipinə əsaslanaraq $l=0$ halında (S-rezonans) neytron enerjisi

səviyyəsini təyin etmək olar:

$$\Gamma_n = \left(\frac{\hbar}{\Delta t} \right) \cdot P_0 = \frac{D}{2\pi} \cdot P_0.$$

Burada P_0 –neytronun nüvə sərhədindəki potensial baryeri keçməsi əmsalıdır. Neytron səviyyəsinin eni: $\Gamma_n \ll D$. Effektiv kəsiyin ifadəsi aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur:

$$\sigma = \pi \lambda^2 P_0 = 2\pi^2 \lambda^2 \frac{\Gamma_n}{d}.$$

Hədəf nüvənin üzərinə düşən neytronun enerjisi $E = E_i^* - \varepsilon_n$ şərtini ödəyərsə, aralıq nüvənin yaranması ehtimalı maksimum olur. Bu rezonanslar şərti adlanır və rezonanslar nüvədə enerji səviyyələrinin yerləşməsi xarakterilə izah edilir. Əgər aralıq nüvə öz virtual kvant hallarından birində olarsa, neytronun rezonans səpilməsinin effektiv kəsiyi aşağıdakı kimi hesablanır.

$$\sigma = \pi \lambda^2 \frac{\Gamma_n^2}{(E - E_k)^2 + \frac{\Gamma^2}{4}}.$$

Ədəbiyyat

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. «Атомиздат», Москва-1974, 584с
2. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. Москва, «Физматлит», 2010, 512с.

DƏYİŞƏN CƏRƏYAN DÖVRƏSİNDƏ GƏRGİNLİKLƏR VƏ CƏRƏYANLARIN REZONANSLARI

Aliyeva A.R., Qocayev M.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
aaliyeva223@gmail.com

Klassik elektrodinamikanın öyrəndiyi ən sadə sahələr zamana görə dəyişməyən ($\partial \vec{E}/\partial t = 0, \partial \vec{B}/\partial t = 0$) və stasionar sahələr adlanan sabit elektrik və maqnit sahələridir. Bu sahələr arasında heç bir daxili əlaqə yoxdur. Elektrostatik sahəni sükunətdəki yüklər, maqnitostatik sahəni isə sabit cərəyanlar yaradır.

Sənayedə istifadə olunan dəyişən cərəyanların alınmasında sabit sahələrə çox yaxın olan kvazistasionar cərəyanların rolu böyükdür. İşdə məhz yavaş dəyişən sahələr öyrənilmiş, belə cərəyanların mövcud olduğu dəyişən cərəyan dövrəsində baş verən gərginlik və cərəyanların rezonansı hadisələri tədqiq edilmişdir.

Kvazistasionar cərəyanlar müəyyən qanuna tabe olmaqla, belə cərəyanların kvazistasionarlığı müəyyən riyazi şərtlərlə ifadə olunur. Bu şərtlərə görə elektromaqnit sahəsi fəzada ani yayılır, $\vec{j}_d = \partial \vec{D}/\partial t$ dəyişmə cərəyanı mövcud olmadığından maqnit sahəsini yalnız keçirici cərəyanlar yaradır və belə dalğaların yayıldığı mühitdə dispersiya baş vermir.

Faradeyin elektromaqnit induksiya qanununa görə, konturda yaranan induksiya EHQ əks işarə ilə həmin kontura söykənən səthdən keçən maqnit selinin dəyişmə sürətinə bərabərdir:

$$\varepsilon_i = -d\Phi/dt.$$

Təklənmiş və tərpənməz naqildə öz-özünə induksiya hadisəsi baş verir, yəni naqildən keçən cərəyan şiddəti dəyişdikdə həmin naqilin özündə induksiya EHQ və induksiya cərəyanı yaranır. Öz-özünə induksiya EHQ cərəyan şiddətinin dəyişmə sürəti ilə mütənasibdir:

$$\varepsilon_L = -L(dJ/dt).$$

Aktiv, tutum və induktiv müqavimətlərdən ibarət elektrik dövrəsi üçün kvazistasionar cərəyanlar halında Om qanuna görə cərəyan şiddəti rəqslərinin amplitudu $J = \varepsilon_0/|Z|$ kimi təyin olunur. Z və J kəmiyyətləri R, L, C və ω -dan asılıdır. Belə dövrlərdə induktiv və tutum müqavimətlərinin bərabər olduğu hal xüsusi maraq kəsb edir: $\omega L = 1/\omega C$. Dəyişən cərəyan dövrəsində sərbəst rəqslərin tezliyi məcburi rəqslərin tezliyinə bərabər olduqda ($\omega = \omega_0 = 1/\sqrt{LC}$) rezonans baş verir. Dövrədə aktiv, tutum və induktiv müqavimətlərinin ardıcıl və ya paralel birləşməsindən asılı olaraq gərginliklər və ya cərəyan rezonansları yaranı bilər.

Aktiv, induktiv və tutum müqavimətlərinin ardıcıl birləşdiyi halda dəyişən cərəyan dövrəsində $\omega = \omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ tezliyində cərəyan şiddəti rəqslərinin amplitudu maksimal olur və gərginliklər rezonansı baş verir. Bu halda rəqs konturu özünü təmiz aktiv müqavimət kimi aparır.

Bir budağında ardıcıl birləşmiş L induktivli sargı və R müqavimətli rezistor, ona paralel birləşmiş digər budağında isə C tutumlu kondensator iştirak edən rəqs konturunda $\omega = \omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ tezliyində cərəyanlar rezonansı baş verir.

Nəticə etibarilə rezonans hadisəsi müsbət və mənfi ola bilər. Hər bir radioqəbuledicinin əsas hissəsini təşkil edən rəqs konturunda induktivliyin və tutumun dəyişdirilməsi hesabına lazımi radiodalğalar quraşdırıldığı halda, rezonans hadisəsi gərginliyin və cərəyanın sıçrayışla dəyişməsinə səbəb olmaqla qəza ilə nəticələnə bilər.

Ədəbiyyat

1. Abdullayev S.Q. Klassik elektrodinamika. II hissə: Mühitlərin elektrodinamikası. Bakı, AM965 MMC, 207s.
2. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М.: Мир, 1965, 702с.

ESKART POTENSİALİ ÜÇÜN ŞREDİNGER TƏNLİYİNİN ANALİTİK HƏLLİ

Bəşirova A.R., Əhmədov A.İ.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Fakültəsi
ahmadovazar@yahoo.com

İşdə Şredinger tənliyi yeni yaxınlaşma tətbiq etməklə Eskart potensialı üçün orbital kvant ədədinin ixtiyari $l \neq 0$ qiymətlərində analitik şəkildə həll edilmişdir. Sistemin enerji spektri və məxsusi funksiyası üçün analitik ifadələr alınmışdır. Göstərilmişdirki, enerji spektri və məxsusi funksiyaları radial n_r və $l \neq 0$ orbital kvant ədədlərinin seçilməsinə həssasdırlar.

Bu işdə əsas məqsəd Eskart potensiallı sahə üçün Şredinger tənliyini analitik şəkildə həll etməkdir.

Eskart potensialı aşağıdakı formada təyin olunur [1]:

$$V_E(r) = -\alpha \frac{e^{-r/a}}{1 - e^{-r/a}} + \beta \frac{e^{-r/a}}{(1 - e^{-r/a})^2} \quad (1)$$

burada α və β potensial çəpərinin dərinliyini xarakterizə edir, a isə potensialın diapazonunu xarakterizə edir. Eskart potensialı ikeatomlu molekulyar potensial olub çox geniş şəkildə tətbiqi fizika, atom və molekul və həmçinin kimyəvi fizikada istifadə olunur [2, 3].

(1) ifadəsindən göründüyü kimi, Eskart potensialı sferik-simmetrik potensialdır və aşkar şəkildə zamandan asılı deyil və beləliklə də sistemin hamilton operatoru da zamandan asılı olmayacaq. Ona görə də biz Eskart potensialı üçün aşağıdakı stasionar Şredinger tənliyini həll edəcəyik:

$$\hat{H}\psi(r, \theta, \phi) = E\psi(r, \theta, \phi) \quad (2)$$

Yuxarıda qeyd etdik ki, Eskart potensialı sferik-simmetrik potensial olduğundan $\psi(r, \theta, \phi)$ dalğa funksiyası dəyişənlərinə ayrılıqla bilir, yəni

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

(1) Eskart potensialını (2) stasionar Şredinger tənliyində yazsaq onda alırıq:

$$\frac{d^2 \chi_{nl}}{dr^2} + \frac{2m}{\hbar^2} \times \left[E + \alpha \frac{e^{-r/a}}{1 - e^{-r/a}} - \beta \frac{e^{-r/a}}{(1 - e^{-r/a})^2} - \frac{\hbar^2 l(l+1)}{2mr^2} \right] \chi_{nl}(r) = 0 \quad (4)$$

(5) tənliyini analitik şəkildə həll edərək enerji spektri üçün alırıq:

$$E_{nl} = -\frac{\hbar^2}{2ma^2} \left[\frac{\varphi + \lambda\gamma}{2(n + \sigma)} - \frac{n + \sigma}{2} \right]^2. \quad (5)$$

Sistemin məxsusi funksiyası üçün isə aşağıdakı analitik ifadəni alırıq:

$$\chi_{nl}(r) = C_n (1 - e^{-r/a})^\sigma e^{-\rho r/a} \times {}_2F_1(-n, n + 2(\sigma + \rho); 1 + 2\rho; e^{-r/a}). \quad (6)$$

Beləliklə, Eskart potensiallı sahədə hərəkət edən zərrəcik üçün Şredinger tənliyi mərkəzəqaçma potensialına yeni yaxınlaşma tətbiq edilməklə l orbital kvant ədədinin sıfırdan fərqli ixtiyari qiymətləri üçün analitik şəkildə həll edilmişdir. (5) formulundan istifadə edərək enerjinin məxsusi qiymətinin ekranlaşma parametrlərinin müxtəlif qiymətləri üçün 2p, 3p və 3d səviyyələrinin enerjisinin qiymətləri hesablanmış və digər müəlliflərin nəticələri ilə müqayisə olunmuşdur. Göstərilmişdirki, enerji spektri və məxsusi funksiya radial və orbital kvant ədədlərindən ciddi asılıdır.

Ədəbiyyat

1. Eckart C. // Phys. Rev. 35 1303 (1930).
2. Qiang W.-C. and Shi-Hai Dong // Phys. Scr. 79, 045004 (2009).
3. Sadıqov F.S. Kvant mexanikası (məsələlərdə), BDU nəşriyyatı, 1992.

DƏYİŞƏN CƏRƏYANIN NAQİLİN EN KƏSİYİNDƏ PAYLANMASI

Babaxanova G.C., Qocayev M.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
babaxanova2000@gmail.com

Elektromaqnit sahəsinə aid təcrübi qanunlar Maksvel tənliklər sistemindən alınır. Ən sadə sahələr sükunətdə olan elektrik yüklərinin yaratdığı sabit elektrik (elektrostatik) və sabit cərəyanların yaratdığı stasionar maqnit (maqnitostatik) sahələridir. Sənayedə və texnikada dəyişən cərəyanın alınması, onun sənaye, texnika və məişətdə geniş tətbiq tapması məhz sabit sahələrə çox yaxın olan kvazistasionar sahələrlə bağlıdır.

Təqdim olunan işdə kvazistasionar cərəyanlar haqqında məlumat verilmiş, belə cərəyanların ödədiyi qanun müəyyən edilmiş, elektromaqnit dalğalarının dielektriklərdə və naqillərdə yayılması və ən mühüm məsələ olaraq kvazistasionar cərəyanın naqilin en kəsiyində paylanması məsələsi tədqiq olunmuşdur.

Kvazistasionarlığın işdə verilmiş riyazi şərtlərindən aydın olur ki, elektromaqnit sahəsi fəzada ani yayılır, maqnit sahəsini yalnız keçirici cərəyanlar yaradır və dispersiya baş vermir.

Kvazistasionar cərəyanlar halında cərəyan şiddəti rəqslərinin amplitudu üçün Om qanunu

$$J = \varepsilon / Z$$

şəklində olur və burada

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}, \quad tg\varphi = \frac{\omega L - 1/(\omega C)}{R}.$$

Göstərilmişdir ki, dəyişən cərəyanın rəqs amplitudu gərginlik rəqslərinin amplitudundan, dövrənin R – aktiv, $X_L = \omega L$ – induktiv və $X_C = 1/\omega C$ – tutum müqavimətlərindən asılıdır. Tezliyin $\omega = \omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ qiymətində elektrik rezonansı hadisəsi baş verir.

Bircins və izotrop dielektrik mühitlərdə dispersiya hadisəsi baş vermədiyi halda elektromaqnit dalğalarının yayılmasına baxılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, belə mühitlərdə elektromaqnit dal-

ğaları sönmədən yayılır, $\vec{E}$, $\vec{B}$ və $\vec{k}$ vektorları qarşılıqlı perpendikulyar olub, sağ sistem təşkil edir, dalğaların yayılma sürəti

$$v = c/\sqrt{\epsilon\mu}$$

ifadəsi ilə təyin olunur. Sahənin $\vec{E}$ və $\vec{B}$ vektorları eyni fazada rəqs edir, mühitdə dalğaların enerjisi udulmadığından sönmə baş vermir. Elektromaqnit dalğalarının dispersiya etməyən mühitlərdə yayılmasının ümumi xüsusiyyətləri də araşdırılmışdır.

Keçirici mühitlər olan naqillərdə eninə dalğalar yayılır və bu dalğalar müəyyən sürətlə sönür. Bu zaman dalğa vektorunun ifadəsi

$$k = \omega(n + i\chi)/c$$

şəklində olur. Burada n – dalğaların sınmasını, χ isə dalğaların mühit tərəfindən udulmasını xarakterizə edir. Sahənin $\vec{E}$ və $\vec{B}$ vektorları müxtəlif fazalarda rəqs edir, belə ki, maqnit rəqsləri elektrik rəqslərindən fazaca geri qalır. Elektromaqnit dalğalarının dispersiya etməyən mühitlərdə yayılmasının ümumi xüsusiyyətləri də araşdırılmışdır.

Müəyyən edilmişdir ki, dəyişən cərəyan sabit cərəyandan fərqli olaraq naqilin en kəsiyində bərabər paylanmır, naqilin səthində cərəyanın sıxlığı ən böyük olub, naqilə daxil olduqca onun sıxlığı eksponensial qanunla azalır. Cərəyanın naqilə daxil olma dərinliyi δ üçün aşağıdakı ifadə alınmışdır:

$$\delta = \sqrt{2/\sigma\mu_0\omega}.$$

Göründüyü kimi bu kəmiyyət tezliyin və xüsusi keçiriciliyin kvadrat kökü ilə tərs mütənəsidir. Dəri effekti adlandırılan bu hadisə böyük praktik əhəmiyyətə malikdir.

Ədəbiyyat

1. Abdullayev S.Q. Klassik elektrodinamika. II hissə: Mühitlərin elektrodinamikası. Bakı, AM965 MMC, 207s.
2. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М.: Мир, 1965, 702с.

RELYATİVİSTİK ZƏRRƏCİYİN ŞÜALANMASI

Məmmədova L.Q., Qocayev M.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
memmedovalale2001@gmail.com

Yüklü zərrəciklər təcillə hərəkət etdikdə yük və cərəyan sıxlıqlarının zamana görə dəyişməsi nəticəsində elektromaqnit dalğalarının şüalanması baş verir. Bu məsələnin klassik nəzəriyyəsi xüsusi maraq kəsb etdiyindən işdə ixtiyari sürətlə hərəkət edən yüklü zərrəciyin yaratdığı elektromaqnit sahəsi öyrənilmişdir.

Maksvel tənlikləri sistemi ($\partial F_{ik}/\partial x_k = \mu_0 j_i$) əsasında elektromaqnit sahəsi potensialların ödədiyi tənliklər sistemi alınmış və onların həlli gecikən potensiallarla ifadə edilmişdir:

$$\varphi_{\text{əeb}}(\vec{R}_0, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \frac{\rho(\vec{r}', t - R/c)}{R} dV', \quad (1)$$

$$\vec{A}_{\text{əeb}}(\vec{R}_0, t) = \frac{1}{c} \int_V \frac{\vec{j}(\vec{r}', t - R/c)}{R} dV'. \quad (2)$$

Lorens çevrilmələrindən istifadə etməklə sabit sürətlə hərəkət edən yüklü zərrəciyin yaratdığı sahənin $\vec{E}$ – elektrik intensivlik və $\vec{B}$ – maqnit induksiya vektorları təyin edilmişdir.

İxtiyari sürətlə hərəkət edən yüklü zərrəciyin yaratdığı elektromaqnit sahəsinin $\vec{E}$ və $\vec{B}$ vektorlarının ifadələri isə Liyenar-Vixert potensialları əsasında aşağıdakı şəkildə alınmışdır:

$$\varphi(\vec{R}_0, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{e}{\chi} \right]_{\text{gec}}, \quad \vec{A}(\vec{R}_0, t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{e\vec{v}}{\chi} \right]_{\text{gec}}. \quad (3)$$

Göstərilmişdir ki, yüklü zərrəciyin yaratdığı elektromaqnit sahəsi iki hissədən ibarətdir. Birinci hissə sabit sürətlə hərəkət edən yüklü zərrəciyin yaratdığı sahə olub $(\vec{E}_1, \vec{B}_1)$ zərrəciyin sürətindən asılıdır, təcildən isə asılı deyildir.

$$\vec{E}_1 = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 R^2} \cdot \frac{(\vec{n} - \vec{\beta})(1 - \beta^2)}{(1 - \vec{n}\vec{\beta})^3}, \quad \vec{B}_1 = \frac{1}{c} [\vec{n}\vec{E}_1], \quad (4)$$

ikinci hissə isə zərrəciyin şüalanma sahəsi olub $(\vec{E}_2, \vec{B}_2)$, həm

onun hərəkət sürətindən, həm də təcilindən asılıdır:

$$\vec{E}_2 = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 c^2 R} \cdot \frac{[\vec{n}[\vec{n} - \vec{\beta}, \dot{\vec{v}}]]}{(1 - \vec{n}\vec{\beta})^3}, \quad \vec{B}_2 = \frac{1}{c} [\vec{n}\vec{E}_2] \quad (5)$$

Böyük sürətlə hərəkət edən relyativistik yüklü zərrəcik tərəfindən elektromaqnit şüalanmasının intensivliyinin bucaqlara görə

$$dI = \frac{\mu_0}{(4\pi)^2} \frac{e^2}{c^2} \cdot \frac{[\vec{n}[\vec{n} - \vec{\beta}, \dot{\vec{v}}]]^2}{(1 - \vec{n}\vec{\beta})^5} d\Omega$$

paylanması iki xüsusi halda tədqiq edilmişdir:

sürət və təcil paraleldir ($\vec{v} \uparrow \dot{\vec{v}}$, düzxətli hərəkət);

$$\frac{dI}{d\Omega} = \frac{\mu_0 e^2}{(4\pi)^2 c} \cdot \frac{\dot{v}^2 \sin^2 \theta}{(1 - \beta \cos \theta)^5}; \quad (6)$$

sürət və təcil qarşılıqlı perpendikulyardır ($\dot{\vec{v}} \perp \vec{v}$, çevrə üzrə bərabərsürətli hərəkət):

$$\frac{dI}{d\Omega} = \frac{\mu_0 e^2 \dot{v}^2}{(4\pi)^2 c} \cdot \frac{(1 - \beta \cos \theta)^2 - (1 - \beta^2) \sin^2 \theta \cos^2 \alpha}{(1 - \beta \cos \theta)^5} \quad (7)$$

Göstərilmişdir ki, xətti tipli sürətləndiricilərdə şüalanma intensivliyi

$$I = \frac{\mu_0 e^4}{6\pi m_e^4 c^5} E^2, \quad (8)$$

sinxrotron tipli dövri sürətləndiricilərdə isə

$$I = \frac{\mu_0 e^4 B^2}{6\pi c m_e^2} \left(\frac{\varepsilon}{m_e c^2} \right)^2 \quad (9)$$

düsturu ilə təyin olunur. Göründüyü kimi, xətti sürətləndiricidə elektronun enerji itkiləri nisbətən az olduğu halda, sinxrotron tipli sürətləndiricidə bu itki olduqca böyükdür və elektronun enerjisinin artması ilə kəskin şəkildə artır.

Ədəbiyyat

1. Abdullayev S.Q. Klassik elektrodinamika. II hissə: Mühitlərin elektrodinamikası. Bakı, AM965 MMC, 207s.
2. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М.: Мир, 1965, 702с.

NİZAMİ GƏNCƏVİNİN ƏSƏRLƏRİNDƏ TƏBİƏT HADİSƏLƏRİ

Qafarova A.H., Bəşirov M.M.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
qafarova.arzu.02@gmail.com

XII əsri Azərbaycan tarixinin qızıl dövrü olmuşdur. Bu qızıl dövrün tacının ən parlaq incisi də Şeyx Nizami Gəncəvidir (əsl adı İlyas ibn Yusif). Nizami Gəncəvinin poemalarından hər biri mükəmməl və təkrarsız sənət nümunəsidir.

Nizami Gəncəvi öz dövrünün böyük alimi, təbiətsünası, astronomu, özündən əvvəlki biliklərin ensiklopedik varisi idi. Şərq aliminin, mütəfəkkir, şair və yazıçılarından əsas üstünlüklərindən biri də onların sözü təqdim etmə bacarıqları, fikri gözəl sözlərlə, anlaşılan şəkildə bir harmoniyaya uyğun olaraq duyğulandıran formada ortaya qoymaqlarıdır.

Dahi Nizami dəqiq elmlər içərisində ən qədim elm olan astronomiya ilə yaxından maraqlanmışdır. Bu da o səbəbdən irəli gəlirdi ki, qədimdə xalqlar, xüsusən əkinçilik və maldarlıq təsərrüfatı ilə məşğul olduqlarından fəsillərin dəyişməsi ilə əlaqədar olan vaxtın qabaqcadan dəqiq müəyyən olunmasını onlar üçün vacib məsələlərdən biri hesab edirdi. Xalqların istəyi və tələbindən qidalanan Nizami Gəncəvi astronomiya, fizika, riyaziyyat elmləri ilə maraqlanmış, onların qanunauyğunluqlarını öz əsərlərində təsvir və şərh etmişdir.

Nizami əsərində əvvəl planetlərin hərəkətinin «müntəzəm dairəviliyinə», sonra planetlərin hərəkətlərinin müxtəlif sürətlərə və «müntəzəm dairəvi» hərəkətlər çoxluğundan ibarət olduğunu və nəhayət, geosentrik sistemin şərhini vermişdir.

Nizaminin əsərlərində öz dövründə elmi əsasları müəyyən olunmuş fiziki anlayışlar da yer tapmışdır.

Nizami dəmir qılıncın nə qədər iti və zərif olmasına baxmayaraq getdiyi yolda maqnit daşı qılıncı (dəmiri) cəzb edib qaldırmağa imkan verməyəcəyini göstərir. Burda cisimlərin maqnit xassələri

açıqlanır, ferro, dia və para maqnitlər, yüklü və yüksüz cisimlər hazırda adlandırdığımız şəkildə olmasada, fərqli kimi cisimlər göstərilmiş, onların maqnit qarşılıqlı təsiri dövrün bilikləri əsasında verilmişdir.

Hər şey Kainatda cazibəyə, cazibə qüvvəsinə tabedir. Bu fikir Kainatda bütün varlıqlar bir-birini cəzb etdiyini, gördüklərimizin isə cazibənin təzahürü olması deməkdir. Nizami XII əsrdə şeirin dili ilə bütün cisimlər arasında cazibəni və yalnız Yer kürəsinin yox, kainatda olan bütün göy cisimlərinin fırlanma hərəkətində olduğunu söyləmişdir. Nizami optik hadisələrə, işığın dispersiyası mövzusunda toxunub. Bildiyimiz kimi Günəş işığı yerə çatana qədər fəzada, atmosferdə səpilir və spektrə ayrılır. Göyün üzü mavi rəng alır.

Böyük filosof Nizami bir şeirində Yer üzündə yalnız ağ rəngin mövcudluğunu qalan bütün rənglərin ondan alınmasını xüsusi ustalıqla qələmə alır. Sonradan bu Nyuton tərəfindən öyrənilmiş, onun adına yazılmışdır.

Nizami dövrünün astronomudur, təbiətşünasıdır, natural fəlsəfənin banilərindən biridir. Şeyx Nizaminin əsərləri bütün sahələr üzrə tədqiq olunmalı, buna rəğmən Şərq aləminin üstünlükləri, Şərq alimlərinin özəllikləri, Şərqin mədəniyyəti tədqiq və təbliq olunmalı, göstərməlidir.

Ədəbiyyat

1. Yusifli H. N. Gəncəvi Əsərləri (tərcümə) Bakı, Lider, 2004
2. Bashirov M. «Natural (universe) phenomena in the works of Nizami Ganjavi», Astronomical Journal of Azerbaijan of the Azerbaijan National Academy of Sciences. AJAz: 2021, Special Issue 49-57

YENİ ULDUZLAR VƏ ONLARA QƏDƏR MƏSAFƏNİN TƏYİNİ

Əliyeva N.N., Əliyeva Z.F.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
eliyevanezrin275@gmail.com

Yeni ulduzlar əvvəllər mövcud olmuş, lakin zəif olduğuna görə müşahidə oluna bilməyən ulduzlardır - parlaqlığını qəflətən artırır və yeni ulduzlar kimi görünürlər. Yeni ulduzlar parlaqlıqlarını heç olmasa bir kərə qəfil olaraq bir neçə mindən 100000 dəfəyə qədər artırmış eruptiv dəyişən ulduzlardır. Əksər hallarda alışma zamanı görünən ulduz ölçüsü $10^m - 13^m$ qədər azalır, yəni parlaqlıq 10.000–100.000 dəfələrlə artır. Yeni ulduzlar alışmaya qədər və sonrakı müddətdə isti cırtdan ulduzlardır. Parlaqlığının maksimumunda bu ulduzun mütləq ulduz ölçüsü orta hesabla -7^m -dir.

Yeni ulduzlar - novalar əksər hallarda sıx qoşa sistemə daxil olurlar. Qoşa sistemin komponentlərindən biri qırmızı nəhəng, digəri isə ağ cırtdan ulduz olur. Ağ cırtdan ulduzun qravitasiya sahəsi o qədər güclü olur ki, qırmızı nəhəng ulduzun atmosferini özünə doğru cəzb edir və qırmızı nəhəngdən maddə axını – akresiya başlayır. Ağ cırtdanın ətrafında yetərincə maddə toplan-dıqda burada alışma (termionüvə reaksiyaları) baş verir və 1044-1045 erq enerji ayrılır. Alışma zamanı ulduz kütləsinin bir hissəni çox böyük sürətlə (bir neçə 100-dən bir neçə 1000 km/san) kosmik fəzaya atır. İtililən kütlə 10^{-4} - $10^{-5} M_{\odot}$ -ə bərabər olur. Yeni ulduzun alışması zamanı şüalandırdığı enerjini Günəş 104-105 ilə şüalandırır.

Alışmadan sonra yenidən ağ cırtdan ulduza qaz akresiyası başlayır və ehtimal ki, müəyyən müddətdən sonra alışma yenidən təkrarlanır.

Novalar aşağıdakı alt növlərə ayrılır:

- NA – tez yeni novalar, 100 gündə parlaqlığı 3m azalır.
- NB – yavaş yeni novadır, 150 gündə parlaqlığı 3m azalır.

- NR – təkrarlanan nova növüdür.

Yeni ulduzlara qədər məsafənin bir təyini üsulu da örtüyün genişlənmə sürətinə əsaslanır. Yeni ulduz alışıanda ətrafında genişlənən qaz örtüyü yaranır. Bunu öncə spektral müşahidədə, daha sonra isə fotoşəkillərdə də müşahidə etmək olar. Müşahidə olunan novanın ətrafında genişlənən qaz örtüyünün sürətini və örtüyün illik bucaq genişlənməsini bilərək bu ulduzlara qədər məsafəni təyin etmək olar. Həmin üsula əsasən aşağıdakı 3 novaya qədər məsafə təyin olunmuşdur:

Kəmiyyət	Ulduzun adı		
	GK Per	CP Lac	V1500 Cyg
l	150.°956	102. °141	89. °823
b	-10. °104	-0. °837	-0. °073
α	03h 31m 12s.01	22h 15m 41s.10	21h 11m36s.58
δ	+43°54'15".5	+55°37' 01".3	+48°09' 02".0
P	1.996803 d	0.145143 d	0.1396130 d
r	470 ps	1352 ps	1943 ps

Ədəbiyyat

1. Hüseynov R.Ə. Ümumi astrofizika, Bakı, 2010
2. Bradley E.S., Comprehensive Photometric Histories Of All Known Galactic Recurrent Novae, 2010

$F=k(x_1-x_2)$ ELASTİKİ QÜVVƏSİ İLƏ BİR-BİRİNƏ BAĞLANMIŞ İKİ ZƏRRƏCİYİN HƏRƏKƏTİ

Əmrəliyeva Ş.A., Rəcəbov M.R.*

Bakı Dövlət Universiteti
sebnememraliyev@gmail.com

Kvant mexanikasında harmonik ossilyator məsələsinin öyrənilməsi böyük əhəmiyyətə malikdir. Kvant rəqsləri baş verən sistemlərin hamısında, tarazlıqdakı şüalanma nəzəriyyəsində, bərk cisim fizikasında harmonik ossilyator məsələsinə təsadüf olunur.

İşdə $F = k(x_1 - x_2)$ qüvvəsinin təsiri ilə x oxu boyunca rəqs edən iki cisim məsələsinə baxılmışdır.

Bu sistemin Hamilton operatoru

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m_1} \frac{d^2}{dx_1^2} - \frac{\hbar^2}{2m_2} \frac{d^2}{dx_2^2} + k \frac{(x_1 - x_2)^2}{2} \quad (1)$$

şəklinə malikdir. Burada m_1 və m_2 uyğun olaraq 1-ci və 2-ci zərrəciklərin kütləsi x_1 və x_2 isə uyğun olaraq onların koordinatlarıdır. Belə iki cismin hərəkətini klassik mexanikada olduğu kimi kvant mexanikasında da bir cismin digərinə nəzərən nisbi hərəkətinə gətirmək olar. Yeni dəyişənlərə keçək:

$$x = x_1 - x_2, \quad x_c = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

Yeni dəyişənlərdə sistemin Hamilton operatoru aşağıdakı şəkllə düşür:

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2M} \frac{d^2}{dx_c^2} - \frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{d^2}{dx^2} + k \frac{x^2}{2} \quad (3)$$

Burda $M = m_1 + m_2$ – sistemin tam kütləsi $\mu = m_1 \cdot m_2 / (m_1 + m_2)$ sistemin gətirilmiş kütləsidir. Hamilton operatoru zamandan asılı olmadığından stasionar halın Şredinger tənliyi

$$H\Psi(x, x_c) = E\Psi(x, x_c) \quad (4)$$

olur. (4)-un həllini

$$\Psi(x, x_c) = \Psi(x)\Psi(x_c) \quad (5)$$

şəklində axtarmaq olar. Hər zaman (4) tənliyi iki tənliyə parçalanır.

$$-\frac{\hbar^2}{2M} \frac{d^2 \Psi(x_c)}{dx_c^2} = E_1 \Psi(x_c), \quad (6)$$

$$-\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{d^2 \Psi(x)}{dx^2} + k \frac{x^2}{2} \Psi(x) = E_2 \Psi(x), \quad (7)$$

$$E = E_1 + E_2. \quad (8)$$

Burada (6) tənliyi ətalət mərkəzinin və ya kütləsi M olan cismin sərbəst hərəkətini (7) tənliyi isə kütləsi μ olan xətti harmonik ossilyatorun tənliyidir. (7) tənliyinin həlli:

$$\Psi(x) = C_1 e^{-\xi^2/2} H_n(\xi), \quad E_1 = \hbar \omega \left(n + \frac{1}{2} \right). \quad (9)$$

bu şəkildədir. Burada $\xi = \sqrt{\mu\omega/\hbar} \cdot x$, $\omega = \sqrt{k/\mu}$, $H_n(\xi)$ – Ermit polinomu $n=0, 1, 2, \dots$ baş kvant ədədləridir. (6) tənliyinin həlli isə: $\Psi(x_c) = C_2 e^{\frac{ip}{\hbar} x_c}$

$$E_2 = \frac{p^2}{2M}. \quad (10)$$

Burada p – impuls, M – ümumi kütlədir. (9) və (10)-u (5) və (8)-də nəzərə alsaq sistemin məxsusi funksiyasını və məxsusi qiymətini tapmış olarıq.

$$\begin{aligned} \Psi(x, x_c) &= c e^{\frac{ip}{\hbar} x_c} e^{-\xi^2/2} H_n(\xi) \\ E &= \frac{p^2}{2(m_1 + m_2)} + \hbar \omega \left(n + \frac{1}{2} \right) \end{aligned} \quad (11)$$

Ədəbiyyat

1. Muxtarov İ.A., Kvant mexanikası, 2-ci nəşr. Bakı: «Bakı Universiteti» nəşriyyatı, 2007. -660 səh.
2. Блохинчев Д.И. Основы квантовой механики. "Высшая школа", Москва, 1961
3. Флюззе З. Задачи по квантовой механике, том I и 2, "Мир", Москва, 1974

YENİ ULDUZLARIN PARLAQLIQ ƏYRİLƏRİ

Məmmədli X.N., Alışeva K.İ.*

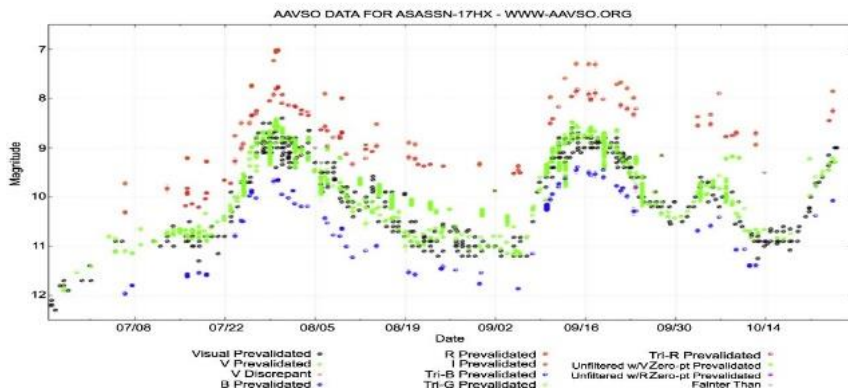
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi, SABAH qrupu
xavermemmedli11@gmail.com

Bildiyimiz kimi yeni ulduzlar eruptiv dəyişən ulduzlar növünə daxildir. Eruptiv ulduzların bir qismində parlaqlığın və başqa xarakteristikaların dəyişməsi ulduzun daxilindəki qaz kütlələrinin püskürməsi ilə, yəni erupsiya ilə əlaqədardır. Yeni ulduzlar heç də yeni əmələ gəlmiş ulduzlar deyil.

Yeni ulduzlar əsasən sıx qoşa sistem təşkil edir: əsas ulduz baş ardıcılıqda olan və ya qırmızı nəhəng mərhələsində olan ulduz və onun peyki-ağ cırtıdan ulduzu. Belə sistemlərdə əsas ulduzun xarici qatlarından peyk ulduza maddə axını (akressiya) baş verir. Axan maddə ağ cırtıdanın ətrafında akkressiya diski yaradır. Bu disk əsasən hidrogendən ibarət olur. Akkressiya nəticəsində yaranan akkressiya diskinin temperaturu artır və orada termonüvə reaksiyaları başlayır. Buna səbəb həm də cırılmış səthə ağ cırtıdanın aşağı qatlarında olan karbonun daxil olmasıdır. Cırışmamış qaz halında termonüvə reaksiyaları nəticəsində ayrılan enerji temperaturun və təzyiqin artımına, sıxlığın azalmasına gətirir. Yeni ulduzlar bir neçə gün ərzində öz parlaqlığın qəflətən kəskin artırır və sonra bir neçə ay və ya il ərzində öz əvvəlki normal halına qaydır.

Alışmanın ilk dövrlərində ulduzun fotosferi genişlənir, radiusu böyüyür, ancaq effektiv temperaturu dəyişmir. Örtük genişləndiyindən onun sıxlığı azalır və maksimum parlaqlıqda bu örtük ulduzun kəsilməz şüalanması üçün tam şəffaf olur. Bundan sonra ulduzun parlaqlığı kəskin azalır, çünki geniş örtük artıq ulduz atmosferi rolunu oynamır. Bu mərhələdən etibarən örtük adi qaz dumanlığını xatırladır. Alışma zamanı atılan qaz kütləsindən yaranan dumanlıq mərkəzi ulduzdan uzaqlaşır, ulduzlararası fəzaya “süzülür” və hadisə yerində əvvəlki isti ulduz (və onunla sıx qoşa

sistem təşkil edən soyuq komponent) qalır. Şəkildə ulduzunun parlaqlıq əyrisi göstərilmişdir. əyridən göründüyü kimi, ulduzda qısa müddətdə bir neçə ardıcıl alışma baş vermişdir.



Şəkil 1. Üst panel: ASASSN-17hx-in ASASSN işıq əyrisi, Stanek və digərlərinin izni ilə. Şaquli xətlər müşahidə tarixlərini bildirir. Aşağı panel: Amerika Dəyişən Ulduz Müşahidəçiləri Assosiasiyası (AAVSO) işıq əyrisi, daha uzun müddətdə yayılır və çoxlu zirvələri göstərir.

Ədəbiyyat

1. Hüseynov R.Ə.»Ümumi astrofizika» kursu Bakı-2010 «Eruptiv dəyişən ulduzlar/yeni ulduzlar» (səh 267-səh270)
2. A Search For Pulsations in the Optical Light Curve of the Nova ASASSN-17hx Published 2018 December

ÜÇATOMLU XƏTTİ MOLEKULLARIN ENERJİ SPEKTRİNİN KVANT MEXANİKASINA ƏSASƏN TƏYİNİ

Məmmədov Ə.S., Əhmədov A.İ.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Fakültəsi
mammadovali177@gmail.com

Tarazlıq vəziyyətində CO₂ molekulu xətti zəncir formasındadır. Fərz edək ki, oksigen atomunun izotoplarından asılı olmayaraq, tarazlıq halında C=O kompleksində atomlararası məsafə a -dır, valent qüvvələrinin elastiklik sabiti f -ə bərabərdir. Eninə rəqsləri nəzərə almayaraq, harmonik yaxınlaşmada birölçülü model üçün CO₂ molekulunu tədqiq edərək onun rəqslərinin tezliyini hesablayaq. CO₂ molekulunun atomlarının x oxu üzrə koordinatlarını uyğun olaraq x_1 , x_2 , x_3 və kütlələrini isə m_1 , m_2 , m_3 ilə işarə edək. Onda xətti model halında harmonik yaxınlaşmada bu sistem üçün Şredinger tənliyini belə yazı bilərik:

$$-\frac{\hbar^2}{2} \sum_{i=1}^3 \frac{1}{m_i} \frac{\partial^2 \psi}{\partial x_i^2} + \frac{1}{2} f [(x_2 - x_1 - a)^2 + (x_3 - x_2 - a)^2] \psi = E \psi \quad (1)$$

Köhnə törəmələr yeni törəmələrlə aşağıdakı münasibətlərlə bağlıdır:

$$\frac{\partial}{\partial x_1} = \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial x}{\partial x_1} + \frac{\partial}{\partial u} \frac{\partial u}{\partial x_1} = \frac{m_1}{M} \frac{\partial}{\partial x} - \frac{\partial}{\partial u} \quad (2)$$

Analoji olaraq digərlərini də yazıb və ikinci tərtib törəmələri alaq. Beləliklə, kütlə mərkəzinin hərəkətini nisbi hərəkətdən ayıraraq, yalnız u və v dəyişənlərindən asılı olan Şredinger tənliyini almış oluruq:

$$\left\{ -\frac{\hbar^2}{2} \left[\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \frac{\partial^2}{\partial u^2} + \left(\frac{1}{m_2} + \frac{1}{m_3} \right) \frac{\partial^2}{\partial v^2} - \frac{2}{m_2} \frac{\partial^2}{\partial u \partial v} \right] + \frac{1}{2} f (u^2 + v^2) - E \right\} \psi = 0 \quad (2)$$

(2) tənliyində kinetik enerjinin ifadəsində u və v -yə görə qarı-

şıq törəmə olduğundan tənliyin həlli çətinləşir. Ona görə də «fırlanmış» koordinat sistemindən istifadə edək. Bu koordinat sisteminə u və v dəyişənləri üçün uyğun çevirmələri yazıb 2 tənliyində nəzərə alsaq

$$\frac{\partial}{\partial u} = \frac{\partial u'}{\partial u} \frac{\partial}{\partial u'} + \frac{\partial v'}{\partial u} \frac{\partial}{\partial v'} = \cos \alpha \frac{\partial}{\partial u'} - \sin \alpha \frac{\partial}{\partial v'}$$

Analoji olaraq ikinci tərtib törəməni də hesablayaq.

Bu halda kinetik enerjinin ifadəsində $\partial^2/\partial v'$ həddi sıfır olur. Potensial enerji isə bu çevrilməyə nəzərən invariantdır.

Şredinger tənliyi yeni dəyişənlərdə aşağıdakı şəkllə düşür:

$$\begin{aligned} & \left\{ -\frac{\hbar^2}{2} \left[\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \left(\cos^2 \alpha \frac{\partial^2}{\partial u'^2} - 2 \cos \alpha \sin \alpha \frac{\partial^2}{\partial u' \partial v'} + \sin^2 \alpha \frac{\partial^2}{\partial v'^2} \right) + \right. \right. \\ & + \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \left(\sin^2 \alpha \frac{\partial^2}{\partial u'^2} + 2 \cos \alpha \sin \alpha \frac{\partial^2}{\partial u' \partial v'} + \cos^2 \alpha \frac{\partial^2}{\partial v'^2} \right) - \\ & \left. - \frac{2}{m_2} \left(\cos \alpha \sin \alpha \frac{\partial^2}{\partial u'^2} + (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \frac{\partial^2}{\partial u' \partial v'} - \cos \alpha \sin \alpha \frac{\partial^2}{\partial v'^2} \right) \right] + \\ & \left. + \frac{1}{2} f(u'^2 + v'^2) - E \right\} \psi = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Uyğun əvəzləmələr aparsaq və bu əvəzləmələri (3) tənliyində nəzərə alsaq Şredinger tənliyi sadələşər və aşağıdakı şəkllə düşər:

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2A} \frac{\partial^2}{\partial u'^2} + \frac{1}{2} f u'^2 \right] \psi + \left[-\frac{\hbar^2}{2B} \frac{\partial^2}{\partial v'^2} + \frac{1}{2} f v'^2 \right] \psi = E \psi \quad (4)$$

Bu tənliklərin hər biri harmonik ossilyatorlar üçün Şredinger tənliyidir və ona görə də kvant mexanikəsindən məlum olan enerji spektrləri üçün ifadəni yazmaqla bilərik.

$$E_A = \hbar \omega_A \left(n_A + \frac{1}{2} \right), \quad \omega_A = \sqrt{\frac{f}{A}}, \quad (5)$$

E_B və ω_B üçündə oxşar ifadələri yazmaq olar. Bu isə yuxarıda qoyulan məsələnin həllidir.

$H \rightarrow e^- e^+ \gamma$ PARÇALANMASINDA γ -KVANTIN XƏTTİ POLYARLAŞMASI

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

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
sabinamisirova04@gmail.com

Böyük Hadron Kollayderində ATLAS və CMS Kollaborasiyaları tərəfindən aparılan təcrübələrdə Higgs bozon adlandırılan skalyar zərrəcik kəşf olundu. Higgs bozonun kütləsi 125 GeV tərtibindədir, qeyri stabil zərrəcikdir və müxtəlif kanallar üzrə parçalanır. Onun əsas parçalanma kanallarından biri ağır lepton (kvark) cütünə parçalanmasıdır: $H \rightarrow \tau^- \tau^+$ ($H \rightarrow c\bar{c}, H \rightarrow b\bar{b}$). Belə parçalanma proseslərində yaranan lepton cütü γ -kvant şüalandıra bilər. Odur ki, Higgs Bozonun $H \rightarrow \tau^- \tau^+ \gamma$ ($H \rightarrow c\bar{c} \gamma, H \rightarrow b\bar{b} \gamma$) kanalları üzrə parçalanmalar mümkündür. Lakin Higgs bozonun yüngül lepton cütünə radiasiya parçalanması $H \rightarrow e^- e^+ \gamma$ ($H \rightarrow u\bar{u} \gamma, H \rightarrow d\bar{d} \gamma$) bilavasitə mümkün deyildir. Lakin Higgs Bozonun $H \rightarrow e^- e^+ \gamma$ ($H \rightarrow u\bar{u} \gamma, H \rightarrow d\bar{d} \gamma$) kanalları üzrə parçalanması ilgək diaqramları üzrə baş verə bilər. Digər diaqram birincisindən real fotonla aralıq fotonun (Z^0 -bozonun) yerlərinin dəyişməsi ilə fərqlənir. $H \rightarrow e^- e^+ \gamma$ parçalanmasının diferensial eni aşağıdakı düsturla verilir:

$$\begin{aligned} \frac{d\Gamma(\vec{e})}{dx d\Omega} = & \frac{(M_H^2 - s)^3}{2^{10} \pi^4 M_H} s v \{ [|A_1|^2 + |A_2|^2] (1 + v^2 - 2v^2 (\vec{n} \vec{e})^2) \\ & + [|A_3|^2 + |A_4|^2] \\ & \times x (1 - v^2 + 2v^2 \cos^2 \theta + 2v^2 (\vec{n} \vec{e})^2) \\ & + 2 \operatorname{Re}(A_1^* A_4 + A_2^* A_3) (1 + v^2) v \cos \theta \} \end{aligned}$$

Burada M_H – Higgs bozonun kütləsi, s -lepton cütünün kütlə mərkəzi sistemində onların tam enerjisinin kvadratı, $\vec{e}$ – γ -kvantın xətti polyarlaşma vektoru, $\vec{n}$ – leptonu impulsu istiqamətində vahid vektor, v -leptonun sürəti, A_1, A_2, A_3 və A_4 – müəyyən amplitudlar, θ – γ -kvantla (və ya Higgs bozonla) leptonun im-

pulsları arasındakı bucaq, $x = S/M_H^2$ – lepton cütünün M_H^2 vahidlərində invariant kütləsidir.

Z oxuna γ -kvantın (Hiqqs bozonun) impulsu istiqamətinə yönəldək, onda fotonun xətti polyarlaşma vektorunu X oxu istiqamətinə $(\vec{e} = \vec{e}_x, (\vec{n}, \vec{e}_x)^2 = \sin^2 \theta \cos^2 \varphi)$ və ya Y oxu istiqamətinə $(\vec{e} = \vec{e}_y, (\vec{n}, \vec{e}_y)^2 = \sin^2 \theta \sin^2 \varphi)$ yönəldə bilərik. Onda γ -kvantın xətti polyarlaşma dərəcəsini standart düsturla təyin edə bilərik:

$$P(s, \theta) = \frac{[|A_3|^2 + |A_4|^2 - |A_1|^2 - |A_2|^2] v^2 \sin^2 \theta \cos 2\varphi}{[|A_1|^2 + |A_2|^2 + |A_3|^2 + |A_4|^2] (1 + v^2 \cos^2 \theta)}$$

Hesablamalar göstərir ki, θ bucağının verilmiş qiymətində γ -kvantın xətti polyarlaşma dərəcəsi $\sqrt{s}$ enerjisindən, demək olar ki, asılı deyil. Lakin θ bucağının artması ilə γ -kvantın xətti polyarlaşma dərəcəsi sıfırdan başlayaraq artır və $\theta = 90^\circ$ olduqda vahidə çatır. Bucağın 90° -dən 180° -yə kimi artması xətti polyarlaşma dərəcəsi vahiddən sıfıra qədər azalır.

Ədəbiyyat

1. ATLAS COLLABORATION // Phys. Lett., 2012, V. B716, P.1-29.
2. CMS COLLABORATION // Phys. Lett., 2012, V.B716, P.30-61.

BÖLMƏ 2

İSTİLİK FİZİKASI VƏ MOLEKULAR FİZİKA

ŞİSTOSTATİN 6 MOLEKULUNUN NƏZƏRİ TƏDQIQI

Quluzadə İ.F., Vəliyeva L.İ.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
quluzadeinare@gmail.com

İşdə nəzəri konformasiya analizi üsulu ilə şistostatin 6 molekulunun fəza quruluşu tədqiq edilmişdir. Şistostatin 6 molekulu bioloji fəal molekul olub, *Schistocera gregaria* səhra çayırtkəsinin beynində yerləşən iki endokrin orqan tərəfindən ifraz edilir. Bu molekul, eyni fəsilədən olan digər molekullar kimi, izolə olunduğu həşəratın inkişaf prosesini tənzimləyən cavan – yuvenil hormonların sintezini ingibirləşdirir və bununla da, həşəratın məhvində səbəb olur.

Şistostatin 6 molekulunun molekulyar mexanizmini molekulyar səviyyədə izah etmək üçün, ilk növbədə, onun fəza quruluşunu və konformasiya xüsusiyyətlərini tədqiq etmək lazımdır. Bunun üçün nəzəri konformasiya analizi üsulundan istifadə edilmişdir. Ala1-Arg2-Pro3-Tyr4-Ser5-Phe6-Gly7-Leu8-NH₂ amin turşu ardıcılığından ibarət olan şistostatin 6 molekulu şərti olaraq Ala1-Arg2-Pro3 və Phe6-Gly7-Leu8-NH₂ tirpeptid fraqmentlərinə, və Pro3-Tyr4-Ser5-Phe6 tetrapeptid fraqmentinə bölünmüşdür. Əvvəlcə həmin fraqmentlərin həndəsi və enerji parametrləri hesablanmış, sonra isə alınan nəticələr əsasında bütöv molekulun fəza quruluşunun əsas elementləri müəyyən edilmişdir.

Aşağıdakı cədvəldə şistostatin molekulunun enerji parametrləri verilmişdir.

Cədvəldən və alınan digər nəticələrdən aydın olur ki, şistostatin 6 molekulunun qlobal – təbii quruluşa yaxın konformasiyasının formalaşmasında məhz son uclu fraqmentin həndəsi və enerji parametrləri mühüm rol oynamışdır. Ona görə də bu konformasi-

yanı təmsil edən quruluş tipi tam bükülmüş feffff şeypinə mən-subdur.

Cədvəl 1. Shistostatin 6 molekulunun enerji parametrləri

Şeyp	Konformasiya	Enerjilər, kkal/mol			
		E _{q.v.}	E _{el.st.}	E _{tors}	E _{tam}
feffff	RB ₃ PP ₂ R ₂ B ₃ PR ₃	-43.09	3.39	3.26	-35.86
	RB ₃ PP ₂ R ₂ B ₁ PR ₃	-38.18	4.19	3.85	-30.14
eeffff	BB ₃ PP ₂ R ₂ B ₁ PB ₃	-41.71	4.29	2.76	-34.66
	LB ₃ PP ₂ R ₂ B ₁ PR ₃	-39.52	3.94	3.50	-32.08
eeffffe	BB ₃ PP ₂ R ₂ B ₁ PL ₃	-40.72	4.29	3.56	-32.87
	LB ₃ PP ₂ R ₂ B ₁ PL ₃	-39.47	4.38	3.89	-31.20
eeffffe	BB ₃ PP ₂ R ₂ B ₃ BB ₃	-37.83	3.84	3.38	-30.60
	BB ₃ PP ₂ R ₂ B ₃ BR ₃	-38.57	4.00	3.23	-31.34
fefffee	RB ₃ PP ₂ R ₂ B ₃ BR ₃	-38.55	4.30	3.09	-31.16

Bundan başqa, şistostatin 6 molekulunun həndəsi parametrlərinin və hidrogen rabitələrinin təhlili, molekulun kiçik enerjili konformasiya hallarının əksəriyyətində α-spiral quruluşun olduğu müəyyən edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Попов Е.М. Структурная организация белков, М., "Наука", 1989, 352 с
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. IUPAC-IUB Joint Commission on Biochemical Nomenclature. J. Biol. Chem., 1983, v.260, p.14-42
4. Якубке Х.-Д., Ешкайт Х. Аминокислоты, пептиды, белки, М., «Мир», 1985, 456 с.

NEYROMEDİN MOLEKULUNUN FUNKSIONAL AKTİV FRAQMENTİNİN FƏZA QURULUŞU

Şərifli A.E., Əliyeva İ.N.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
sherifliayshen1101@gmail.com

İnsan və heyvan toxumalarından ifraz olunmuş neyromedin molekulunun Tyr1-Phe2-Leu3-Phe4 fraqmentinin fəza quruluşu, konformasiya imkanları və su mühitində molekulyar dinamikası tədqiq olunmuşdur. Hesablamalar atom-atom potensial funksiya yaxınlaşmasına əsaslanan nəzəri konformasiya analizi və molekulyar dinamika üsulları ilə aparılmışdır. Fraqmentə daxil olan amin turşu qalıqlarının yan zəncirlərinin və funksional qrupların əsas zəncirin mütəhərriqliyinə təsiri öyrənilmişdir.

Hesablamalar nəticəsində neyromedin molekulunun Tyr1-Phe2-Leu3-Phe4 fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyalar toplusu, müxtəlif növ molekul daxili qarşılıqlı təsir enerjilərinin paylarının fraqmentin hər bir konformasiya vəziyyəti üçün ayrı-ayrılıqda təyin edilmişdir. Molekulyar dinamika üsulunun tətbiqi ilə əsas zəncirin mütəhərriqliyi, həndəsi və enerji parametrlərinin dəyişmə dərəcəsi müəyyən edilmişdir. Hesablamalar zamanı Hyperchem 8.0 proqramlar paketindən istifadə olunmuşdur (<http://www.hyper.com>).

Tyr1-Phe2-Leu3-Phe4 fraqmentinin fəza quruluşu müvafiq N-asetil-L-metilamid mono-peptidlərin kiçikenerjili dayanıqlı konformasiyalarına uyğun əsas zəncirin φ, ψ, ω və yan zəncirlərin $\chi_1, \chi_2, \chi_3, \dots$ bucaqlarının optimal vəziyyətləri nəzərə alınmaqla hesablanmışdır. Hesablamalar minimizasiya üçün seçilmiş ilkin 440 quruluş üzərində aparılmışdır.

Cədvəldə Tyr1-Phe2-Leu3-Phe4 aşağıenerjili konformasiyaları, tam enerjiləri və ayrı-ayrı qarşılıq təsirlərin enerji payları təqdim edilmişdir. Leu aminturşunun yan zəncirinin χ_2, χ_3 və χ_4 bucaqları müvafiq olaraq 1800 qəbul edilmişdir.

Cədvəl. Tyr1-Phe2-Leu3-Phe4 fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyalarının enerjisi

N	Konformasiya	Enerji payları, kkal/mol				
		Etam	Eq.v.	Eel.	Etor.	Enisbi
1	B ₃ B ₃ B ₂ B ₃	-17.2	-23.7	2.6	3.9	0.0
2	B ₂ B ₂ R ₂ B ₃	-16.5	-22.8	2.6	3.6	0.7
3	B ₃ R ₂ R ₃ R ₃	-16.6	-21.1	3.2	1.3	0.6
4	B ₂ R ₁ R ₃ B ₃	-16.4	-20.8	2.6	1.8	0.8
5	B ₂ B ₂ L ₃ R ₃	-15.9	-21.6	3.2	2.5	1.3
6	B ₂ R ₁ B ₂ B ₁	-15.4	-20.8	2.5	3.0	1.8
7	R ₂ B ₂ R ₃ B ₃	-15.5	-20.2	3.1	1.6	1.7
8	R ₂ B ₂ R ₃ R ₃	-14.8	-20.0	3.4	1.7	2.4

Hesablamalar göstərdi ki, 0-2 kkal/mol nisbi enerji intervalına peptid zəncirinin səkkiz mümkün şeyplərindən beşi daxildir. Bu zaman tam açıq formada olan strukturlar enerji cəhətdən daha əlverişlidir. Tetrapeptidin qlobal konformasiyası B₃B₃B₂B₃ formasına uyğundur və onun enerjisinin minimal qiyməti -17.2 kkal/mol təşkil edir. Bütün dayanıqlı konformasiyalarda qeyri-valent qarşılıqlı təsirlərin enerjisi -20.0÷-23.7 kkal/mol intervalında dəyişir. Bunun əsas səbəbi fraqmentin daxilində olan yan zəncirinin benzol halqalarının bir-birinə paralel olması ilə bağlıdır. Müəyyən edilmişdir ki, Tyr1-Phe2, Tyr1-Phe4 və Phe2-Phe4 qalıqlararası enerji payları ən yüksək qiymətlər alırlar. Belə ki, Phe4 aminturşu qalığının qonşu və daha uzaqda yerləşən qalıqlarla qlobal konformasiyada tam enerjisi -9.2 kkal/mol təşkil edir. Bu zaman maksimal enerji payı Phe2-Phe4 qalıqlarının yan zəncirlərinin dispersion qarşılıqlı təsirlənə düşür (-4.9 kkal/mol).

Ədəbiyyat

1. Yuan Y., Zongan L., Luzheng X. Immunology, 2021, vol.162, issue 1, p.17-29, <https://doi.org/10.1111/imm.13257>

İKİFAZALI PEQ-LİMON TURŞUSUNUN NA DUZU-SU İKİFAZALI SİSTEMİNİN ƏMƏLƏGƏLMƏSİNƏ NATRİUM DUZLARININ TƏSİRİ

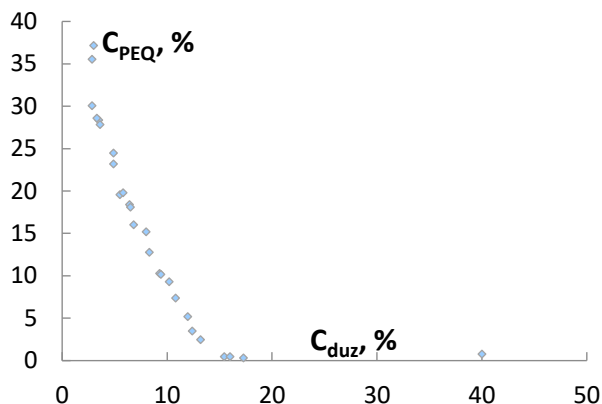
Süleymanzadə A.Ə., Şahbazova G.M.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
arzu.suleymanzade.1996.@gmail.com

İkifazalı-sulu polimer sistemlərindən danışarkən iki polimerin termodinamik uyuşmazlığı məsələsini qeyd etmək lazımdır. Termodinamik uyuşmazlıq xassələri bir-birindən fərqlənən iki polimerin bir həlledicidə qarşılaşmasıdır. Elə polimer cütləri vardır ki, hər hansı həll edicidə onların konsentrasiyasının müəyyən qiymətindən böyük qiymətlərində fazalara ayrılma prosesi baş verir və fazalardan hər biri polimerlərdən hər hansı biri ilə zənginləşmiş olur. Bu polimer cütləri termodinamik baxımdan uyuşmaz olduqları üçün faza əmələ gətirə bilirlər. Albertsonun monoqrafiyasında termodinamik uyuşmaz olan polimer cütləri və polimer-küçümolekullu birləşmə cütləri göstərilmişdir [2]. Belə sistemlərə dekstran-polietilenqlikol, dekstran-polivinilpirrolidan, dekstran-fikol, polietilenqlikol-fikol və s. misal göstərmək olar. Belə sistemlərdə fazaəmələgəlmə prosesinə müxtəlif yanaşmalar mövcuddur. Belə sistemlərdən biri də PEQ-limon turşusunun Na duzu-sudur. Fazaəmələgətirən komponentlər sulu sistemlərdə özlərinə məxsus struktur və ya hallar yaradır, bu strukturlar komponentlərin konsentrasiyasının müəyyən qiymətlərindən böyük qiymətlərində bir-birində həll ola bilmir və fazalara ayrılma baş verir [1].

Təqdim olunan işdə PEQ-limon turşusunun natrium duzu-su ikifazalı sisteminin əmələgəlməsinə NaNO_3 və Na_2SO_4 duzlarının təsirinə baxılmışdır. Şəkil 1-də bu əlavələrin PEQ-Na limon-su ikifazalı sisteminin hal diaqramına (binodal əyrisinə) təsiri verilmişdir.

Şəkildən göründüyü kimi bu əlavələrin təsiri ilə binodal əyrisi homogen oblast istiqamətində sürüşür.



Şəkil 1. PEQ-limon turşusunun Na duzu-su ikifazlı sisteminin 1 – əsas binodal əyrisi, 2 – NaNO_3 -ün təsiri təsiri, 3 – Na_2SO_4 -ün təsiri

Əgər binodal koordinat başlanğıcından uzaqlaşarsa, yəni homogen oblast böyüyürsə, deməli əlavə olunan maddə komponentlərin suya hərisliklərinin fərqlərini azaldır, suyun strukturunu dağıdır və fazalara ayrılma çətinləşir və fazaəmələgətirən komponentlərin konsentrasiyalarının daha böyük qiymətlərində baş verir və əksinə. Sözsüz ki, bu əlamət fazaların xassələrindəki fərqlə təsir edir.

Baxdığımız halda NaNO_3 və Na_2SO_4 duzları suyu strukturlaşdırır və fazalarda ayrılma prosesini asanlaşdırır, nəticədə ikifazlı sistem komponentlərin daha kiçik konsentrasiyalarında əmələ gəlir.

Ədəbiyyat

1. Məsimov E., Bağirov T., Mahmudov A., Zaslavski B. Maye məhlullarda fazalara ayrılma, Journal of Qafqaz Universitu, 2008 №21, səh.77-88.
2. Альбертсон П. Разделение клеточных частиц и макромолекул. - М.: Мир, 1974, 381 с.

TETRAPEPTİD MOLEKULUN FƏZA QURULUŞUNUN TƏDQIQI

Qurbanova T.Y., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
abbasova1962@mail.ru

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

Minimizasiyadan sonra alınan dayanıqlı konformasiyaların tam enerjisi, bu enerjiyə verilən digər enerji payları: qeyri-valent qarşılıqlı təsir enerjisi, elektrostatik qarşılıqlı təsir enerjisi, torsion potensial cədvəldə verilmişdir.

Nö	Konformasiya	E _{q-v}	E _{el}	E _{tors}	E _{üm}	E _{nis}
1	B ₂ BB ₁ B ₁	-11.21	3.05	1.05	-8.61	1.31
2	B ₃ BB ₁ B ₁	-9.73	3.06	1.14	-6.53	3.39
3	R ₂ RB ₁ B ₁	-13.53	3.16	1.64	-8.74	1.18
4	R ₃ BB ₂ B ₁	-12.04	3.21	1.29	-7.54	2.38
5	B ₂ BB ₂ B ₁	-13.85	3.16	1.21	-9.47	0.45
6	R ₂ BB ₂ B ₁	-10.60	3.12	1.24	-6.25	3.67
7	R ₃ BB ₂ B ₃	-10.69	3.16	1.37	-6.17	3.75
8	B ₂ BB ₂ B ₃	-12.42	3.05	1.35	-8.01	1.91
9	B ₃ BB ₂ B ₃	-10.24	3.05	1.40	-6.80	3.12
10	R ₂ RB ₂ B ₃	-14.09	3.18	2.17	-8.74	1.18
11	R ₃ RB ₂ B ₃	-13.71	3.14	1.83	-8.73	1.19
12	B ₂ RB ₂ B ₁	-14.22	3.15	1.58	-9.49	0.43
13	B ₂ BB ₃ B ₁	-14.74	3.03	1.79	-9.92	0.0

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

His-Ala-Ile-Tyr tetrapeptid fraqmenti üçün hesablanmış çoxlu sayda konformasiyadan 0-4 kkal/mol enerji intervalına düşən 6–fee, eff, efe, eee, fef, fff şeyplərinə məxsus 13 konformasiya düşmüşdür.

Ədəbiyyat

1. Abbasova G.C., Əliyeva İ.N., Öməröva Ə.İ., Ramazanov M.Ə., Nəbiyev N.S. // Azerbaijan Journal of Physics, Fizika, vol. XVI, No. 2, 2010, p.47-50.

PEPTİD TƏBİƏTLİ MOLEKULLARIN QURULUŞU

Eminova M.E., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
abbasova1962@mail.ru

Bizim planetdə amin turşuları 3 milyard ildən çox tarixə malikdir. Bu fakt qazıntılar nəticəsində tapılmış kremni qalıqlarının tarixini aydınlaşdıran zaman müəyyən olunmuşdur. Meteoritlərin üzvi hissəciklərinin xromotoqrafik analizi nəticəsində sübut olunmuşdur ki, amin turşuları Yer kürəsindən kənarda da mövcuddur. Bununla əlaqədar olaraq Ayın su ekstraktlarında qlisin və alanin turşularının varlığı müəyyən olunmuşdur. Amin turşularını iştrak etdiyi fiziki-kimyəvi reaksiyalar və onların müxtəlifliyi onun tərkibinə daxil olan NH_2 amin qrupundan, turşu COOH karboksil qrupundan, karbon atomundan və R hərfi ilə işarə olunmuş atomlar qrupundan (radikal) asılıdır. Radikal amin turşusunun yan zəncirini təşkil edir. Amin turşuları bir-birindən məhz öz radikal-larına görə fərqlənir.

Amin və karboksil qruplarının molekulda bir-birinə nəzərən necə yerləşməsindən asılı olaraq təbiətdə α -, β -, γ - və δ -amin turşuları mövcuddur. α -amin turşularında amin və karboksil qrupları eyni karbon atomları ilə birləşir.

Peptidlər bir-biri ilə amid (peptid) rabitələri ilə birləşən iki və daha çox amin turşusundan ibarət zəncirvari molekulardır. İki amin turşusundan ibarət peptid dipeptid, üç amin turşusundan ibarət peptid tripeptid adlanır.

Molekulların ölçülərinə və xüsusiyyətlərinə görə peptidlər yüksəkmolekullu zülallarla amin turşuları arasındadır. Təbiətdə ən çox xətti peptidlərin yayılmasına baxmayaraq, bəzi hallarda müxtəlif ölçülərə malik halqa şəkilli peptidlərə də rast gəlmək olur. Halqa şəkilli peptidlər xətti peptidlərdən N- və C- uclarındakı amin turşu qalıqlarının amin və karboksil qruplarının peptid rabitələri ilə birləşməsi nəticəsində əmələ gəlmişdir.

1951-ci ildə Polinq və Kori rentgen quruluş analizi üsulu ilə müəyyən etmişlər ki, amin turşularının və sadə xətti peptidlərin OC - NH peptid rabitəsi normal C - N rabitəsi uzunluğundan hiss olunacaq dərəcədə kiçikdir. Həmçinin müəyyən olunmuşdur ki, peptid qrupuna daxil olan C=C rabitəsinin uzunluğu normal C=C rabitəsi uzunluğundan böyükdür. Peptid rabitəsi yaradan atomlar arasındakı məsafə nanometrlərlə ölçülür.

Sonralar isə mezomer nəticəsində hər bir konformasiyanın iki davamlı halı trans- və sis- vəziyyətləri müəyyən edilmişdir.

İki amin turşusundan ibarət sadə halqəvi peptidlərə sis peptid rabitələri, təbii peptid və zülallarda isə trans-peptid rabitələri üstünlük təşkil edir. Tərkibində prolin olan bir çox peptidlərdə isə trans-peptid rabitələri ilə yanaşı sis-peptid rabitələrinə də rast gəlinir.

Bildiyimiz kimi hər bir amin turşusunun əsas zəncirində 3 birqat rabitə vardır və bu bir qat rabitələr ətrafında fırlanma mövcuddur. Bu fırlanmalar kəmiyyətcə üç ikiüzlü bucaqla müəyyən olunur. C⁻-N rabitəsi ətrafında fırlanma ω , N-C ^{α} rabitəsi ətrafında fırlanma ϕ , C ^{α} – C['] rabitəsi ətrafında fırlanma isə ψ ikiüzlü bucağı ilə işarə olunur.

Ədəbiyyat

1. Волькенштейн М.В. Биофизика, М: Наука, 1980, 575с

DİPEPTİD FRAQMENTİN FƏZA QURULUŞUNUN ÖYRƏNİLMƏSİ

Zeynalova L.M., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
abbasova1962@mail.ru

Maddənin fiziki xassələri onları təşkil edən molekulaların quruluşu ilə əlaqədardır. Daha mürəkkəb bioloji molekulalarda və polimer molekulalarında fiziki xassə təkcə molekulun quruluşu ilə deyil, həm də bu quruluşun dəyişmə imkanlarından asılıdır. Molekulun quruluşunu onu təşkil edən atomların bir-birinə nəzərən fəzada necə yerləşmələri ilə müəyyən olunur. Birqat kimyəvi rabitələr ətrafında fırlanmalar mövcud olduğundan, eyni kimyəvi quruluşa malik olan molekul enerjilərinə görə bir-birindən fərqlənən çoxlu sayda fəza quruluşlarına (konformasiyalara) malik olur.

Konformasiya analizi üsuluna əsasən Tyr-Ala dipeptid molekulun fəza quruluşu tədqiq edilmişdir, başqa sözlə desək molekulun mümkün olan konformasiyalarını və bu konformasiyalardan hər birinin enerjiləri təyin olunmuşdur. İlk öncə ətrafında fırlanma mümkün olan birqat kimyəvi rabitələr müəyyənləşdirilir. Bu rabitələrin heç də hamısı ətrafındakı fırlanmalar konformasiya enerjisinin dəyişməsinə səbəb olmur. Ona görə də bu rabitələrdən yalnız ətrafındakı fırlanmaların konformasiya enerjisinin dəyişməsinə səbəb olanları seçmək lazımdır. Molekulu tam xarakterizə edən bütün parametrlər kompüterə verildikdən sonra müvafiq proqram əsasında hesablamalar aparılmışdır. Tədqiqat zamanı kompüterə müxtəlif təkliflər verməklə bizə lazım olan bütün məlumatları, yəni mümkün olan bütün konformasiyaları müəyyən edən daxili fırlanma bucaqları və onlara uyğun gələn enerjilər, hər konformasiyanın reallaşmasında rol oynayan ayrı-ayrı növ enerji payları, istənilən iki atom arasında məsafələrin qiyməti, hidrogen rabitələri, onların uzunluqları və enerjiləri, əsas zəncirin elementləri arasındakı, yan zəncirlər arasındakı və əsas zəncir arasındakı

qarşılıqlı təsir enerjiləri, nəhayət lazım olan digər parametrləri müəyyən etmişik.

№	Formalar	E_{q-v}	E_{el}	E_{tors}	E_{ümumi}	Enisbi
1	B ₂ R	-34.6	2.2	6.8	-25.7	0.0
2	B ₁ R	-33.4	2.5	5.9	-25.0	0.7
3	B ₃ R	-31.5	2.3	6.1	-25.1	0.6
4	R ₁ R	-32.6	3.3	6.5	-24.8	0.9
5	R ₃ R	-29.2	2.8	4.6	-24.1	1.6
6	B ₁ B	-30.0	2.3	6.4	-24.0	1.7
7	R ₂ R	-30.6	3.8	5.9	-23.9	1.8
8	R ₂ B	-30.3	3.4	6.7	-23.7	2.0

Tədqiqat nəticəsində hesablanmış 179 konformasiyadan səkkiz konformasiya əlverişli olub 0-2 kkal/mol intervalına düşmüşdür. Qlobal konformasiyanın stabilləşməsində əsas rolu qeyri-valent qarşılıqlı təsir enerjisi oynayır. Qlobal konformasiyada bu payn miqdarı -34,6 kkal/mol-dur. Qlobal konformasiyada elektrostatik qarşılıqlı təsirin payı 2,2 kkal/mol, torsion enerjisinin payı isə 6,8 kkal/mol-dur.

Bu dipeptid fraqmenti əmələ gətirən amin turşu qalıqlarının özlərinə məxsus spesifikliyi vardır.

Ədəbiyyat

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

TRİPEPTİD MOLEKULUN ƏLVERİŞLİ KONFORMASIYALARINDAKI HİDROGEN RABİTƏLƏRİ

Haqverdizadə S.Z., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
abbasova1962@mail.ru

Amin turşuları suda həll olan rəngsiz kristal maddələrdir. Onların su məhlulları neytral, zəif turşu və zəif qələvi reaksiyalar verir. Bu amin turşulardan yalnız 20-si insan, heyvan və bitki zülallarının əsasını təşkil edir və onların zülal molekulunda düzülüşü genetik kodun informasiyası ilə idarə olunur. Həmin amin turşuları α -amin turşuları sırasına daxildir. Orqanizimdə amin turşularının rolu

Şeyp	Forma	Atomlar	Rabitə uzunluğu	Eh.r
ee	B ₁ BB	Tyr1 (NH).....Tyr1 (CO)	2.74	-0.17
		Tyr1 (NH).....Ala2 (CO)	2.83	-0.13
		Ala2 (CO).....Ala2 (NH)	2.58	-0.28
	B ₂ BB	Tyr1 (NH).....Tyr1 (CO)	2.74	-0.17
		Tyr1 (CO).....Gly3 (NH)	2.79	-0.15
		Tyr1 (OH).....Ala2(CO)	2.79	-0.15
ff	R ₁ RB	Ala2 (CO).....Gly3 (NH)	2.40	-0.45
		Ala2 (NH).....Gly3 (CO)	2.74	-0.17
		Tyr1 (CO).....Tyr1 (NH)	2.52	-0.33
	R ₂ RB	Ala2 (CO).....Ala2 (NH)	2.27	-0.64
		Tyr1 (NH).....Tyr1 (CO)	2.52	-0.33
ef	B ₁ RR	Tyr1 (NH).....Tyr(CO)	2.78	-0.15
		Ala2 (CO).....Ala2 (NH)	2.15	-0.86
		Tyr1 (CO).....Ala2 (NH)	2.67	-0.21
	B ₂ RR	Tyr1 (NH).....Tyr(CO)	2.62	-0.25
		Ala2 (CO).....Ala2(NH)	2.64	-0.23
		Tyr1 (CO).....Ala2(NH)	2.52	-0.33
	B ₂ BL	Tyr1 (NH).....Tyr1(CO)	2.77	-0.16
		Tyr1 (OH).....Gly3(CO)	2.71	-0.19
		Ala2 (HH).....Ala2 (CO)	2.52	-0.33

böyükdür. Onlar zülalların əsas hissəsi olmaqla yanaşı, nuklein turşusu, karbon və lipidlərlə birgə bütün həyatı proseslərdə fəal iştirak edirlər.

Nəzəri konformasiya analizi üsuluna əsasən Tyr-Ala-Gly tripeptid molekulun fəza quruluşu öyrənilmişdir. Fəza quruluşunun yaranmasında hidrogen rabitələrinin rolu böyükdür. Hidrogen rabitələrinin əmələ gəlməsi ilə A-H rabitələrinin valent rəqsləri intensivliyi qiymətcə arta bilər. Maqnit rezonansı nəzəriyyəsinə görə (bu həmçinin təcrübədə də öz təsdiqini tapıb) protonların kimyəvi sürüşməsi hidrogen rabitələrinin quruluşuna hiss oluna-caq dərəcədə təsir edir.

Aparılan tədqiqat nəticəsində Tyr-Ala-Gly tripeptid molekulundakı hidrogen rabitələri cədvəldə göstərilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Аббасова Г.Д. Теоретический конформационный анализ фрагмента Тир-Ала-Гли-Ала-Вал // Bakı Dövlət Universiteti aspirantlarının və gənc tədqiqatçıların elmi konfransının materialları. Bakı, – 1998, səh.25.

HİS-ALA-İLE MOLEKULUNUN STABİL QURULUŞLARININ ENERJİLƏRİNİN TƏYİNİ

Abbasov V.F., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
abbasova1962@mail.ru

His-Ala-ile tripeptid fraqmentinin fəza quruluşunu öyrənər-kən konformasiyaların enerjilərinin minimizasiyasında peptid zəncirdə amin turşu qalıqlarının şeypin tipindən asılılığı nəzərə alınmışdır. Yan zəncirlərin elə oriyentasiyaları seçilmişdir ki, amin turşu qalıqları ardıcılığında qarşılıqlı təsir energetik cəhətdən əlverişli olsun.

His-Ala-ile tripeptid fraqmentinin fəza quruluşunu öyrənər-kən 256 variant hesablanmışdır. Bu zaman mümkün olan dörd şeyp tapılmışdır. Histein, alanin, izoleysin üçün iki əsas R və B formalarına baxılmışdır: fe, ee, ef, ff.

Fraqmentin fəza quruluşunu öyrənməzdən əvvəl konformasiya halları, peptid skeletin əsas zəncirinin forma və şeypləri anlayış-larını müəyyən etmək lazımdır. Bir amin turşu qalığının konfor-masiya halı verilmiş valent bucaqları və rabitələrin uzunluğu ilə təyin olunur. Əsas zəncirin $\phi(N-C\alpha)$, $\psi(C\alpha-C')$, $\omega(C'-N)$ ikiüzlü bu-caqlarının, yan zəncirin $\chi(C\alpha-C\beta)$ ikiüzlü bucaqlarının qiymətləri tapılır.

Verilmiş ardıcılıqla amin turşu qalıqlarının konformasiya hal-larının uzunluğu fraqmentin konformasiyasını birqiymətli təyin edir. Konformasiya halları və konformasiya anlayışları fraqmentin və ya konformasiyanın külli miqdarda həndəsi xarakteristikasını özündə əks etdirir. Amin turşu qalıqlarının əsas zəncirinin φ və Ψ ikiüzlü bucaqlarının optimal konformasiyalarında qiymətləri kon-formasiya xəritələrində kiçik enerjili oblastlarda təyin olunmuşdur.

Aşağıdakı cədvəldə His1-Ala2-ile3 tripeptid fraqmentin əsas zəncirinin forma və şeypləri, eləcə də ümumi və nisbi enerjilərinin qiymətləri göstərilmişdir.

Nö	Formalar	Şeyplər	Ümumi enerji	Nisbi enerji (kal/mol)
1	R ₂ BB ₁	fe	-4.79	2.42
2	R ₃ BB ₁	fe	-4.88	2.33
3	B ₂ BB ₁	ee	-6.02	1.19
4	B ₃ BB ₁	ee	-4.40	4.00
5	R ₂ RB ₁	ff	-5.97	1.24
6	R ₃ RB ₁	ff	-6.00	1.21
7	B ₂ RB ₁	ef	-7.21	0.0
8	R ₂ BB ₂	fe	-4.49	2.72
9	R ₃ BB ₂	fe	-4.53	2.68
10	B ₂ BB ₂	ee	-6.67	0.54
11	B ₃ BB ₂	ee	-4.19	3.02
12	R ₂ RB ₂	ff	-6.06	1.15
13	R ₃ RB ₂	ff	-6.09	1.12
14	B ₂ RB ₂	ef	-6.81	1.52
15	R ₂ BB ₃	fe	-4.66	2.55
16	R ₃ BB ₃	fe	-4.38	2.83
17	B ₂ BB ₃	ee	-5.85	1.36
18	B ₃ BB ₃	ee	-4.02	3.19
19	B ₂ RR ₃	ef	-5.71	1.50

Ədəbiyyat

1. Аббасова Г.Д., Алиева И.Н., Омарова А.И., Моделирование пространственной структуры и конформационные свойства пептида Т7 // «Fizikanın müasir problemləri» V Respublika Elmi Konfransı, 16-17 dekabr, 2011, s.175-177.

AMİN TURŞULARININ FİZİKİ XASSƏLƏRİ

Ağaverdiyeva M.N., Abbasova G.C.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
abbasova1962@mail.ru

Amin turşuları suda həll olan rəngsiz kristal maddələrdir. Onların su məhlulları neytral, zəif turşu və zəif qələvi reaksiyalar verir. Amin turşuları 220-315°C-də əriyir. Onların əksəriyyəti üzvi həlledicilərdə həll olmur və amfoter xassəli elektrolitlərdir. Bu amin turşulardan yalnız 20-si insan, heyvan və bitki zülallarının əsasını təşkil edir və onların zülal molekulunda düzülüşü genetik kodun informasiyası ilə idarə olunur. Həmin amin turşuları α -amin turşuları sırasına daxildir. Orqanizimdə amin turşularının rolu böyükdür. Onlar zülalların əsas hissəsi olmaqla yanaşı, nuklein turşusu, karbon və lipidlərlə birgə bütün həyati proseslərdə fəal iştirak edirlər. Zülalların tərkibinə daxil amin turşulardan başqa həm də sərbəst amin turşuları vardır. Onlar əsasən toxumalarda və hüceyrə şirəsində toplanır.

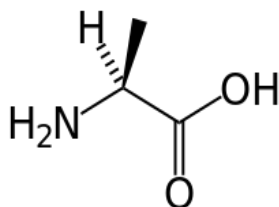
Tədqiq etdiyimiz molekul valin, alanin, leysin amin turşu qalıqlarından təşkil olunmuşdur. Norton commander proqramından istifadə edilmişdir. Proqramın işləməsi üçün fraqment haqqında aşağıdakı məlumatları vermək lazımdır:

- Molekulu və ya fraqmenti təşkil edən atomların sayı,
- İkiüzlü bucaqların sayı,
- Bucaqların adları,
- Əgər qeyri-standart bucaqlar varsa, onlar göstərilir,
- Diktlər,
- İkiüzlü bucaqlar əsasında variantlar yığılır.

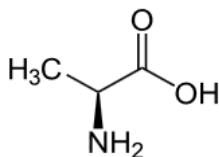
Proqramda amin turşularının düzgün yığılması üçün həmin amin turşular haqqında məlumatlar verilir. Bu məlumatlar DICT1 və DICT2 vasitəsi ilə proqrama daxil edilir. Qeyd edim ki, məlumatlar sütun şəkilində yerləşdirilir.

Proqramda dəyişikliklər fag1.dat faylında aparılır. fag1.exe

proqramının maşın dilində yazılışdır. fag.bat-la proqram hesaba gedir, res faylında isə alınan nəticələr yazılır.



Valin amin turşusunun
kimyəvi quruluşu



Alanin amin turşusunun
kimyəvi quruluşu

Alanin aminopropion turşusudur. O $C_3H_7O_2N$ amin turşusundan biri olub α -Ala və β -ala növlərinə malikdir. α -Ala bitki və heyvanlarda azot mübadiləsinin aralıq məhsuludur. Alanin amin turşusu əzələ toxumaları, beyin və mərkəz sinir sistemi üçün vacib enerji mənbəyidir. İmmun sisteminin möhkəmləndirilməsi üçün vacib anticisimləri hasil edir. Şəkərin və üzvi turşuların metabolizmində fəal iştirak edir. Alanin amin turşusunun yan zənciri özündə bir metil qrupunu saxlayır. Bu çox da böyük olmayan qeyri-polyar qalıq olmaqla bərabər, zülal molekulunun kənarında və ya daxilində olmaq meyilliyinə malik deyil.

Leysin-aminoizokarbon turşusu-əvəzedilməz amin turşusudur, üzvi maddədir. Rəngsiz kristaldır. Bütün bitki və heyvan mənşəli zülalların tərkibində olur. Ona görə də o, orqanizmə tərkibində zülal olan bütün məhsullar vasitəsilə daxil ola bilər.

Ədəbiyyat

1. Аббасова Г.Д., Годжаев Н.М., Ахмедов Н.А. Структурно-функциональная организация С-концевого участка субъединицы 2-рибонуклеотид-редуктазы вируса герпеса // Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2000, N-2, s.5-9.

ŞİSTOSTATİN 3 MOLEKULUNUN SON UCLU PENTAPEPTİD FRAQMENTİNİN FƏZA QURULUŞUNUN TƏDQİQI

Amanova N.M., Vəliyeva L.İ.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
amanovanermin00@gmail.com

İşdə nəzəri konformasiya analizi üsulu ilə 12 amin turşu qalığından ibarət olan və *Schistocerca gregaria* səhra çəyirtkəsinin beyində yerləşən iki endokrin orqan tərəfindən ifraz edilən şistostatin 3 molekulunun son uclu Tyr8-Ser9-Phe10-Gly11-Leu12-NH2 pentapeptid fraqmenti tədqiq edilmişdir. Bunun üçün 274 konformasiya hesablanmışdır ki, bunlardan 0-5 kkal/mol nisbi enerji intervalına efff, ffff, eeff şeypinə mənsub 88 kiçikenerjili konformasiyalar düşür (cədvəl 1).

Cədvəl 1. Şistostatin 3 molekulunun pentapeptid fraqmentinin kiçik enerjili konformasiyalarının şeyplərə görə paylanması

Şeyp	Nisbi enerji intervalı E_{nisbi} (kkal/mol)				
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5
efff	1	8	6	12	8
ffff	1	6	8	11	14
eeff	1	0	2	4	6

Kiçikenerjili konformasiyalar içərisində ffff şeypini təmsil edən və α -spiral quruluş tipinə aid olan konformasiyalar əsasən 0-3 kkal/mol nisbi enerji intervalında yerləşir. Hesablamalardan aydın olur ki, ffff və eeff şeyplərinə mənsub konformasiyalar bir-birindən, yalnız Tyr8 amin turşu qalığının əsas və yan zəncirinin ikiüzlü bucaqlarının qiymətlərinə görə fərqlənilr. Buna görə də onların C-uclu Leysin ilə qarşılıqlı təsirlərinin tam enerjiyə verdikləri paylar müxtəlifdir (cədvəl 2). Belə ki, Tyr8 amin turşusunun yan zəncirinin əsas zəncirə tərəf tam bükülməsi halında ($B_3R_1B_2PR_3$) onun, fraqmentin sonunda yerləşən Leu12 ilə kontaktları daha effektiv olmasına baxmayaraq, bu cür qarşılıqlı təsirin tam

enerjiyə verdiyi maksimum pay -5.0 kkal/mol tərtibini aşmır. Tyr8 amin turşu qalığının yan zəncirinin tam açıq halında isə ($R_2R_1B_3PR_3$) o yalnız molekulun dipeptid fraqmenti daxilində effektiv kontaktlar yarada bilər (~ -3 ккал/моль).

Cədvəl 2. Pentapeptid fraqmentinin kiçikenerjili konformasiyalarının enerji parametrləri

Şeyp	Forma	$E_{q.v.}$	$E_{el.st}$	E_{tor}	E_{tam}	E_{nisbi}
efff	$B_3R_1B_2PR_3$	-24.29	3.20	2.03	-19.06	0
ffff	$R_2R_1B_2PR_3$	-23.70	3.30	2.12	-18.29	0.77
	$R_1R_1B_2PR_3$	-23.48	3.34	2.14	-18.01	1.05
eeff	$B_2B_1B_3PR_3$	-24.45	3.38	2.53	-18.54	0.52

Alınan nəticələrdən aydın olur ki, şistostatin 3 molekulunun son uclu Tyr8-Ser9-Phe10-Gly11-Leu12-NH2 pentapeptid fraqmentinin stabilləşməsində qeyri-valent qarşılıqlı təsirlər ilə yanaşı, Tyr, Ser, Phe, Gle və Leu qalıqları arasında yaranan hidrogen rabitələrinin də rolu böyükdür.

Ədəbiyyat

1. Veelaer, D., B.Devreese, et al. (1996). İzolation and characterization of eight myoinhibiting peptides from the desert locust, *Schistocerca gregaria*: New members of the cockroach allatostatin family. *Molecular and Cellular Endocrinology* 122(2): 183-190
2. Попов Е.М. Структурная организация белков, М., "Наука", 1989, 352 с
3. 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
4. IUPAC-IUB Joint Commision on Biochemical Nomenclature. *J. Biol. Chem.*, 1983, v.260, p.14-42

SiO₂ NANOHISSƏCİYİNİN SLEYTER ATOM ORBİTALLARI

Qasıмова İ.R., Paşayev F.H.*, Həsənov A.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
ilaheqasimova00@gmail.com

Nanohissəciklərin xassələrini kvant mexaniki metodlarda öyrənilməsinin böyük əhəmiyyəti vardır. İşdə SiO₂ molekuluna molekulyar orbital metodu tətbiq olunaraq öyrənilir. Bu metoda görə molekulun daxilində elektronun halı molekulyar orbital adlanan dalğa funksiyası ilə təsvir olunur. Molekulyar orbital adətən molekuldakı atomların atom orbitalarının xətti kombinasiyası şəklində axtarılır.

$$U_i = \sum_{q_i=1}^m c_{q_i} \chi_q \quad (1)$$

Burada χ_q – analitik ifadələri məlum olan atom obitallarıdır. c_{q_i} əmsalının qiyməti molekulyar orbitalar metodun tənlikləri həll olunaraq tapılır. İşdə Si və O atomlarının atom orbitalının tapılması məsələsinə baxılmışdır. Bu məqsədlə eksponensial xarakterli Sleyter atom orbitalından istifadə olunur. Bu funksiya aşağıdakı kimi ifadə olunur:

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

Burada $S_{lm}(\theta, \phi)$ – həqiqi sferik funksiya. γ_i – ekranlaşma sabiti Besis tərəfindən verilmiş düsturla hesablanmışdır. Hesablamalar valent elektronlar yaxınlaşmasında aparılmışdır. Si və O atomlarının valent atom orbitalından istifadə olunmuşdur. Bu orbitalar üçün ekranlaşma parametrinin qiyməti hesablandıqdan sonra eksponensial parametr aşağıdakı düsturla hesablanmışdır:

$$\xi = \frac{Z - \gamma_i}{n} \quad (2)$$

Nəticədə eksponensial parametr üçün aşağıdakı qiymətlər alınmışdır:

$$\begin{aligned}\xi_{3s}(Si) &= 1,47295, \xi_{3p}(Si) = 1,59793, \\ \xi_{2s}(O) &= 2,00340, \xi_{2p}(O) = 2,32856.\end{aligned}$$

ξ -qiymətlərindən və həqiqi sferik funksiyanın qiymətlərindən istifadə edərək Si və O atomlarının valent atom orbitalları üçün aşağıdakı ifadələri almışıq:

1. $Si\ 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

$$\chi_{3s}(\xi, r\theta\phi) = \frac{3,37976}{\sqrt{\pi}} r^2 e^{-1,47295r}$$

$$\chi_{3p_x}(\xi, r\theta\phi) = \frac{7,78468}{\sqrt{\pi}} r^2 e^{-1,59793r}$$

$$\chi_{3p_y}(\xi, r\theta\phi) = \frac{7,78468}{\sqrt{\pi}} r^2 e^{-1,59793r}$$

$$\chi_{3p_z}(\xi, r\theta\phi) = \frac{7,78468}{\sqrt{\pi}} r^2 e^{-1,59793r}$$

2. $O\ 1s^2 2s^2 2p^2$:

$$\chi_{2s}(\xi, r\theta\phi) = \frac{3,27988}{\sqrt{\pi}} r e^{-2,00340r}$$

$$\chi_{2p_x}(\xi, r\theta\phi) = \frac{8,27405}{\sqrt{\pi}} r e^{-2,32856r}$$

$$\chi_{2p_y}(\xi, r\theta\phi) = \frac{8,27405}{\sqrt{\pi}} r e^{-2,32856r}$$

$$\chi_{2p_z}(\xi, r\theta\phi) = \frac{8,27405}{\sqrt{\pi}} r e^{-2,32856r}$$

Atom orbitallarının yuxarıdakı ifadələrinə əsasən SiO_2 molekulun MO-ları tapılır. Bu MO-lar əsasında SiO_2 xassələri nəzəri tədqiq oluna bilər.

Ədəbiyyat

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

SUYUN, AĞIR SUYUN VƏ İFRAT AĞIR SUYUN STRUKTUR TEMPERATURU

Əliyeva Q.Y., Paşayev B.G.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
eliyeva.qenire.0403@gmail.com

Təbiətdə fiziki-kimyəvi xassələrinə görə bir-birindən fərqlənən stabil üç növ su mövcuddur: adi su (H_2O), ağır su (D_2O) və «ifrat ağır» su (T_2O). Canlı aləmin, o cümlədən insanların istifadə etdiyi su adi sudur. Ağır su və «ifrat ağır» su canlı orqanizmlər üçün zərərliyə. Ağır su bioloji prosesləri yavaşdır və canlı orqanizmə öldürücü təsir göstərir. Ağır suda mikroblar ölür, toxumlar inkişaf etmir. Ağır su ilə sulanan güllər solur. Tədqiqatlar göstərir ki, adi suyun tərkibində az miqdarda ağır su olur.

Məlumdur ki, H_2O , D_2O və T_2O fiziki-kimyəvi xassələrinin bir-birindən fərqlənməsi onların strukturları ilə əlaqədardır. İşdə məqsəd bu suların strukturlarını bir-biri ilə müqayisə etmək olmuşdur. Bu məqsədlə H_2O , D_2O və T_2O -nun 273,15-373,15K temperatur intervalında dinamik özlülüyünün (η) qiymətlərinə əsasən struktur temperaturları təyin edilmiş və bu parametrin qiymətləri müqayisə olunaraq hər üç suda yaranan struktur xüsusiyyətləri təhlil olunmuş və müqayisə edilmişdir.

Mayelərdə, o cümlədən sulu məhlullarda struktur xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirmək üçün struktur göstəricisi olaraq struktur temperaturu (T_0) anlayışından geniş istifadə olunur [1, 2, 3]. Struktur temperaturu Vogel düsturundan

$$\eta = \eta_0 e^{\frac{B}{T-T_0}} \quad (1)$$

riyazi optimallaşma üsulunun köməyi ilə təyin edilir [2]. Bu yolla hər bir maddə üçün Vogel düsturuna daxil olan T_0 , B və η_0 kəmiyyətlərinin qiymətləri tapılır. Qeyd edək ki, (1) ifadəsində molekulları arasında heç bir strukturlaşdırıcı qarşılıqlı təsir olmayan mayelər («sərbəst mayelər») üçün $T_0 = 0 K$, molekulları arasında

müəyyən strukturlaşdırıcı qarşılıqlı təsir (məsələn, suda hidrogen rabitəsi) olan mayelər üçün isə $T_0 > 0\text{ K}$ olmalıdır.

Tədqiq olunan mayelər (H_2O , D_2O , T_2O) üçün T_0 , B və η_0 kəmiyyətlərinin qiymətləri cədvəldə göstərilmişdir.

Cədvəl 1. Su (H_2O), ağır su (D_2O) və ifrat ağır su (T_2O) üçün η_0 , B və T_0 parametrlərinin qiymətləri

Maddə	η_0 , mPa·san	B , K	T_0 , K
H_2O	0,02890	522	146
D_2O	0,03660	463	162
T_2O	0,03561	476	164

Cədvələ əsasən bu mayelər struktur temperaturunun qiymətinin azalması istiqamətində aşağıdakı ardıcılıqla düzülürlər:

$$T_0(\text{T}_2\text{O}) > T_0(\text{D}_2\text{O}) > T_0(\text{H}_2\text{O})$$

Alınan nəticələr onu deməyə imkan verir ki, verilmiş temperaturda ağır su adi suya nisbətən, ifrat ağır su isə ağır suya nisbətən daha strukturlu halda olur.

Ədəbiyyat

1. Масимов Э.А., Гасанов Г.Ш., Пашаев Б.Г. Журнал физической химии, 2013, том 87, № 6, с. 969–972.
2. Масимов Э.А., Пашаев Б.Г., Гасанов Г.Ш. Журнал физической химии, 2017, том 91, № 4, с. 644-647.
3. Ueberreiter K. Colloid & Polymer Science. 1982, v.260, №1, p.37-45.

KOH-IN SUYUN STRUKTURUNA TƏSİRİ

Nəcəfzadə Ş.Z., Paşayev B.G.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
nadjafzadeshowket@gmail.com

Suda həllolan maddələr kimyəvi tərkibindən və quruluşundan asılı olaraq suyun strukturuna müxtəlif cür təsir edirlər: bəzi maddələr su molekulları arasındakı hidrogen rabitələrini zəiflətdikləri halda, digərləri bu rabitələri daha da gücləndirirlər. Bioloji sistemlərdə su mühüm rol oynadığından sulu məhlullarda struktur xüsusiyyətlərinin tədqiqi müasir fiziki-kimyada, biofizikada böyük əhəmiyyət kəsb edir.

İşdə KOH-ın sulu məhlulunun 283.15-333.15K temperatur və 0-0.07 molyar hissə konsentrasiyası intervalında struktur xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Bu məqsədlə qeyd olunan temperatur və konsentrasiya intervalında məhlulun sıxlığı və dinamik özlülüüyü ölçülmüş, təcrübi qiymətlər əsasında özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin (ΔG_n), özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının (ΔH_n), özlü axınının aktivləşmə entropiyasının (ΔS_n) və məhlulda həllolan maddənin parsial molyar həcmnin ($\tilde{V}$) qiymətləri hesablanmış və bu parametrlərin verilmiş temperaturda konsentrasiyadan (x) asılılıqları təhlil edilmişdir.

Müəyyən olunmuşdur ki, KOH-ın sulu məhlulu üçün konsentrasiyanın artması ilə ΔG_n və $\tilde{V}$ artır, ΔH_n və ΔS_n isə azalır. ΔG_n 1 mol sayda molekulun bağlı haldan aktiv hala keçməsinə sərf olunan enerjidir. Məhlulda KOH-ın konsentrasiyasının artması ilə ΔH_n -in azalması baxılan sistemin molekulları arasındakı qarşılıqlı təsir enerjisinin zəifləməsini, ΔS_n -in azalması və $\tilde{V}$ -nin artması isə baxılan sistemin nisbətən strukturu dağılmış hala keçməsinə göstərir [1, 2].

Alınan nəticələri izah etmək üçün ionlarla su molekulları arasında mövcud olan elektrostatik qarşılıqlı təsir hesabına yaranan hidratlaşma prosesinə əsaslanacağıq. Qeyd edək ki, hidratlaşma

prosesi müxtəlif ionların suyun strukturuna strukturlaşdırıcı və dağıdıcı təsirlərinin ümumi fiziki mənzərəsini aydınlaşdırmağa imkan verir [3]. Belə ki, güclü hidratlaşan ionların yaxın ətrafında su molekullarının hərəkətinin intensivliyi azaldığından bu ionların suyu strukturlaşdırdığını, zəif hidratlaşan ionlar isə yaxın ətrafında su molekullarının hərəkətinin intensivliyi artdığından bu ionların suyun strukturunu dağıtdığını qəbul etmək olar. K^+ ionu zəif hidratlaşmaya malik olduğundan bu ion suyun strukturuna dağıdıcı təsir göstərir. Bu səbəbdən də KOH suyun strukturuna dağıdıcı təsir edir.

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

Ədəbiyyat

1. Масимов Э.А., Пашаев Б.Г., Гасанов Г.Ш., Гасанов Н.Г. Журнал физической химии, 2015, том 89, № 7, с. 1133-1137.
2. Масимов Э.А. Вода Баку: Ляман Няшрийят Полиграфия, 2018. 368 с.
3. Masimov E.A., Pashayev B.G., Rajabov M.R., Aliyev L.P. Conference Proceedings, Modern Trends In Physics Baku, 01-03 May, 2019, p. 196-200.

SUDA PEQ MAKROMOLEKULUNUN KONFORMASİYASINA TEMPERATURUN TƏSİRİ

Əliyev X.A., Paşayev B.G.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
albert.eynsteyn@inbox.ru

Müasir təsəvvürlərə görə duru məhlul halında xətti formalı mütəhərrik polimer makromolekulu yumaq formasında olur. Laminar axın prosesində makromolekul irəliləmə hərəkəti ilə yanaşı fırlanma hərəkəti də etdiyindən onunla həlledici molekulları arasında əlavə qarşılıqlı təsir yaranır ki, bu da özlülüynün müəyyən qədər artmasına səbəb olur. Axın zamanı ayrı-ayrı makromolekulların fırlanması hesabına yaranan özlülük xarakteristik özlülük ilə müəyyən olunur [1, 2]. Belə ki, məhlulun xarakteristik özlülüynü həlledici mühitində polimer molekullarının fırlanması nəticəsində baş verən enerji itkisini xarakterizə edir. Məhlulun xarakteristik özlülüynü təyin etməklə məhlulda makromolekulun konformasiyası və ölçüləri ilə bağlı müxtəlif kəmiyyətləri təyin etmək olur.

İşdə molekulyar kütləsi 1000, 1500, 3000, 4000 və 6000 olan polietilenqlikolun (PEQ-in) sulu məhlullarının 20-50°C temperatur və 0-5q/dl konsentrasiya intervalında kinematik özlülüynü ölçülmüşdür. Kinematik özlülüynün təcrübi qiymətlərinə əsasən baxılan molekul kütləli PEQ-lərin sulu məhlullarının tədqiq olunan temperatur intervalında xarakteristik özlülükləri hesablanmış və Mark-Kun-Hauvinq düsturuna ($[\eta]=KM^\alpha$) daxil olan K və α parametrləri təyin edilmişdir (cədvəl). Qeyd edək ki, K-həllolan maddənin və həlledicinin molekullarının xassələrindən asılı olan sabit, α -məhlulda polimer makromolekulunun konformasiyasından asılı olan parametrdir.

Cədvəldən göründüyü kimi, temperaturun artması ilə K parametrlərinin qiyməti azalır, α parametrlərinin qiyməti isə artır. α , məhlulda polimer makromolekulunun formasını müəyyənləşdirməyə imkan verən kəmiyyətdir və polimer makromolekulunun formasını

Cədvəl. Su-PEQ sistemlərində Mark-Kun-Hauvink düsturundakı α və K parametrlərinin temperaturdan asılılığı.

t, °C	20	25	30	35	40	45	50
K·10 ⁴	2,40	2,25	1,89	1,83	1,35	1,32	1,20
α	0,715	0,722	0,741	0,744	0,779	0,781	0,791

dəyişdirən istənilən qarşılıqlı təsir α -nın qiymətini dəyişdirir. α -nın qiyməti sıfırla iki arasında dəyişir ($0 \leq \alpha \leq 2$). Makromolekulun kip yığılıb kürə şəklində olduğu və ətrafdakı mayenin bu yumağa nüfuz edə bilmədiyi hal üçün $\alpha=0$ olur. Sərt çubuqvari makromolekullar üçün $\alpha=2$ olur. Ətrafdakı mayenin nüfuz edə bildiyi yumaq modeli üçün isə $\alpha=1$ olur [1, 2, 3]. Tədqiqatlarımız göstərir ki, α parametri baxdığımız temperaturlarda (0,7-0,8) intervalında qiymətlər alır. Onda yuxarıdakı mülahizələrə əsaslanaraq deyə bilərik ki, PEQ makromolekulu su mühitində ətrafdakı mayenin nüfuz edə bildiyi mütəhərrik yumaq formasındadır. α parametrlərinin qiymətinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi isə onu göstərir ki, temperaturun artması ilə, PEQ makromolekulu müəyyən qədər açılır.

Ədəbiyyat

1. Məsimov E.Ə. Polimerlərin fiziki kimyası. Dərslik. Bakı: Bakı Universiteti Nəşriyyatı, 2010. 416 s.
2. Масимов Э.А., Пашаев Б.Г., Раджабов М.Р. Журнал структурной химии, 2020, том 61, № 6, с. 932-939.
3. Paşayev B.G. AJP FİZİKA, 2020, cild XXVI, №1, Az, s. 11-16.

SU-LICI SİSTEMİNDƏ İON ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİNİN AKTİVLƏŞMƏ PARAMETRLƏRİ

İsmayılova Y.Ş., Paşayev B.G.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
yenigul.mammadova@gmail.com

Məlumdur ki, təmiz su çox kiçik də olsa müəyyən elektrik keçiriciliyinə malikdir. Bu H_2O molekullarının qismən H^+ və OH^- ionlarına dissosiasiyaya uğraması ilə əlaqədardır. Suda yaxşı həll olan qeyri-üzvi maddələr (qələvilər, duzlar və s.) asanlıqla dissosiasiyaya uğrayaraq kationlara və anionlara paraçalanırlar. Duru məhlullarda bu ionların konsentrasiyaları suyun məxsusi H^+ və OH^- ionlarının konsentrasiyasından çox-çox böyük olduğu üçün məhlulların elektrik keçiriciliyini öyrənərkən suyun məxsusi elektrik keçiriciliyini nəzərə almamaq olar. Məhlul elektrik sahəsində yerləşdirildikdə ionlar su molekulları arasından keçərək istiqamətlənmiş hərəkət edirlər ki, bu da məhlulda elektrik cərəyanının yaranmasına səbəb olur. Elektrolitlərdə ionların miqrasiya prosesini elektrik keçiriciliyinin aktivləşmə parametrləri (ΔG_λ , ΔH_λ , ΔS_λ) ilə xarakterizə etmək olar [1].

İşdə su-LiCl sisteminin 10-60°C temperatur və 0.001-0.010 mol/l molyar konsentrasiya intervalında miqrasiya prosesi araşdırılmışdır. Bu məqsədlə qeyd olunan temperatur və konsentrasiya intervalında LiCl-in suda məhlulunun xüsusi elektrik keçiriciliyi ölçülmüş və Kolrauş qanunundan [1] istifadə edərək molyar elektrik keçiriciliyinin limit qiymətləri tapılmışdır. İonların elektik keçiriciliyinin additivlik qanununa əsasən onların elektrik keçiriciliyinin limit qiymətlərinin temperaturdan asılılığı müəyyən edilmiş və bu qiymətlər əsasında ion elektrik keçiriciliyinin aktivləşmə Gibbs enerjisinin (ΔG_λ), aktivləşmə entalpiyasının (ΔH_λ), aktivləşmə entropiyasının (ΔS_λ) qiymətləri hesablanmış və bu parametrlərin temperaturdan asılılıqları təhlil edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, ΔG_λ , ΔH_λ və ΔS_λ kəmiyyətləri temperatur artdıqca

azalırlar.

Güclü struktura malik olan həlledicilərdə, məsələn suda [2], aktivləşmə entropiyasının qiyməti müsbətdir, çünki həlledicinin molekullarının aktivləşmiş hala keçməsi həlledicinin strukturunu müəyyən dərəcədə dağılmasına səbəb olur və nəticədə entropiya artır, odur ki, fərq, yəni entropiyanın dəyişməsi müsbət olur. Suda həllolan bütün maddələr suyun strukturunu müəyyən dərəcədə dəyişir. Bu halda məhlulun ümumilikdə entropiyasına, həlledicinin (suyun) entropiyası ilə ionların (kationların və anionların) entropiyalarının cəmi kimi baxmaq olar ($S_m = S_{su} + S_{kation} + S_{anion}$). Bunu ionların suda miqrasiyasına aid etsək $S_m = S_{su} + S_{ion}$ ($S_m = S_{su} + S_{kation}$ və ya $S_m = S_{su} + S_{anion}$) alarıq. Beləliklə, elektrolitdə ixtiyari ionun miqrasiya prosesi zamanı entropiyanın dəyişməsini $\Delta S_\lambda = \Delta S_{su} + \Delta S_{ion}$ kimi yazmaq olar. Yuxarıda qeyd etdik ki, suyun aktivləşmə entropiyasının temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi müsbətdir. Baxılan temperatur intervalında tədqiq olunan ionlar (Li^+ və Cl^-) üçün ΔS_λ -in də qiyməti müsbətdir, lakin ΔS_λ temperaturun artması ilə azalır. Güman edirik ki, ΔS_λ -nın temperaturdan asılı olaraq azalması ΔS_{su} və ΔS_{ion} -un hesabına olur.

Ədəbiyyat

1. Məsimov E.Ə., Həsənov H.Ş., Paşayev B.G. Maye məhlulların elektrik keçiriciliyi. Bakı, 2011, 84 s.
2. Shimizu S., Matubayasi N. J. Physical Chemistry Chemical Physics, 2018, v. 20, p. 5909-5917.

Na⁺ və Cl⁻ İONLARININ HİDRATLAŞMA ƏDƏDİNİN TƏYİNİ

Məmmədova Z.İ., Paşayev B.G.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
mammadovazabita@gmail.com

Sulu məhlullarda ən vacib proseslərdən biri də hidratlaşma prosesidir. Əksər tədqiqatçılar hesab edirlər ki, hidratlaşma prosesinin keyfiyyətcə və kəmiyyətcə araşdırılması sulu məhlulların mikroskopik mənzərəsini aydınlaşdırmağa imkan verir [1]. Alimlərin fikrinə görə sulu məhlullarda hidratlaşma prosesinin təhlili müxtəlif modellərin verilməsinə və bəzi nəzəriyyələrin təkmilləşməsinə səbəb ola bilər [2]. Odur ki, suda dissosiasiyaya uğrayan müxtəlif duzların, turşuların, qələvilərin və s. ionlarının hidratlaşmasının öyrənilməsi çox vacib və əhəmiyyətli məsələlərdən biridir.

İşdə su-NaCl sisteminin 283.15-333.15 K temperatur və 0.001-0.010 mol/l molyar konsentrasiya intervalında hidratlaşma prosesi araşdırılmışdır. Bu məqsədlə qeyd olunan temperatur və konsentrasiya intervalında NaCl-in suda məhlulunun xüsusi elektrik keçiriciliyi ölçülmüş, ionların molyar elektrik keçiriciliyinin limit qiymətlərinin ($\lambda_{\pm}^0$) temperaturdan asılılığı müəyyən edilmiş və bu qiymətlər əsasında Na⁺ və Cl⁻ ionlarının hidratlaşma ədədi təyin edilmişdir.

İşdə ionun hidrat təbəqəsi ilə birlikdə kütləsi (m)

$$m = \frac{M_{su} q^2}{\pi(r_{eff.} + r_{mol.})\rho\lambda_{\pm}^0} \sqrt{\frac{M_{su}}{3RT}} \quad (1)$$

ifadəsilə təyin edilmişdir. Burada M_{su} – suyun molyar kütləsi, q – ionun yükü, $r_{eff.}$ – ionun suda effektiv radiusu, $r_{mol.}$ – su molekulunun radiusu, ρ – suyun sıxlığı, R – universal qaz sabiti, T – mütləq temperaturdur.

$$m = m_i + nm_{su}, \quad m_i = \frac{M_i}{N_A}, \quad m_{su} = \frac{M_{su}}{N_A}$$

olduğunu bilərək hidratlaşma ədədini (n) təyin etmək üçün

$$n = \frac{mN_A - M_i}{M_{su}} \quad (2)$$

ifadəsini alırıq. Burada M_i – ionun molyar kütlələridir. İşdə (2) ifadəsi ilə Na^+ və Cl^- ionlarının hidratlaşma ədədi təyin edilmişdir (cədvəl 1).

Cədvəl 1. Müxtəlif temperaturlarda hidratlaşmış Na^+ və Cl^- ionlarının kütləsi (m) və hidratlaşma ədədi (n)

T, K	m·1025, kq		n	
	Na^+	Cl^-	Na^+	Cl^-
283,15	3,075	3,231	9,00	8,84
293,15	2,355	2,513	6,60	6,43
303,15	1,868	2,022	4,97	4,79
313,15	1,521	1,668	3,81	3,61
323,15	1,270	1,411	2,97	2,75
333,15	1,077	1,212	2,32	2,08

Cədvəldən göründüyü kimi temperaturun artması ilə hidratlaşma ədədinin sayı azalır. Bu başa düşüləndir. Belə ki, temperatur artdıqca molekulların istilik hərəkətinin orta kinetik enerjisi artdığından, ion dipol elektrostatik qarşılıqlı cazibə qüvvəsi su molekullarını ionun ətrafında saxlaya bilmir.

Ədəbiyyat

1. Marcus Y. Journal of Physical Chemistry B, 2014, v. 118, p. 10471-10476.
2. Масимов Э.А., Пашаев Б.Г., Раджабов М.Р. Журнал физической химии, 2020, том 94, № 12, с. 1909-1915.

TİROZİNİDROKSİLƏZƏ FERMƏNTİNİN TƏNZİMLƏYİCİ DOMENİNİN FƏZƏ QURULUŞU

Məmmədova Ç.C., Əliyeva İ.N.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
mammadov.jabi@gmail.com

Tirozinhidroksiləzə (tirozin-3-monooksiginaza) dofamin, adrenalın və noradrenalin katexolaminlərin biosintezində iştirak edən bioloji aktiv fermentdir. Təqdim olunmuş işdə tirozinhidroksiləzənin Met1-Pro2-Thr3-Pro4-Asp5 peptid fraqmentinin fəzə quruluşu, konformasiya imkanları və su mühitində molekulyar dinamika tədqiq olunmuşdur. İşdə kvant mexanikasının müasir yarımempirik metodlar əsasında hazırlanmış mövcud hesablama proqramlar paketindən istifadə edilmişdir. Hesablamalar nəticəsində Met1-Pro2-Thr3-Pro4-Asp5 pentapeptid fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyalarda hər bir qarşılıqlı təsir qüvvələrinə uyğun gələn enerji payları, hidrogen rabitələrin əmələ gəlməsi, həmçinin müxtəlif funksional qruplar arasındakı məsafələr və daxili fırlanma bucaqlarının ədədi qiymətləri müəyyənəşdirilmişdir. Met1, Thr3 və Asp5 amin turşu qalıqlarının yan zəncirlərinin yüksək mütəhərrikliyi müəyən olunmuşdur. Bununla yanaşı, molekulyar dinamika üsulunun tətbiqi ilə əsas zəncirin mütəhərrikliyi, həndəsi və enerji parametrlərinin dəyişmə dərəcəsi müəyyən edilmişdir.

Met1-Pro2-Thr3-Pro4-Asp5 peptid fraqmentinin fəzə quruluşu müvafiq N-asetil-L-metilamid mono-peptidlərin kiçikenerjili dayanıqlı konformasiyalarına uyğun əsas zəncirin φ , ψ , ω və yan zəncirlərin χ_1 , χ_2 , χ_3 bucaqlarının optimal vəziyyətləri nəzərə alınmaqla hesablanmışdır. Hesablamalar tam enerjinin minimizasiyası üçün seçilmiş ilkin 670 quruluş üzərində aparılmışdır.

Cədvəldə Met1-Pro2-Thr3-Pro4-Asp5 peptid fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyaları, tam enerjiləri və ayrı-ayrı qarşılıq təsirlərin enerji payları təqdim edilmişdir.

Cədvəl. Met1-Pro2-Thr3-Pro4-Asp5 peptid fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyalarının enerjisi

N	Konformasiya	Enerji payları, kkal/mol				
		Etam	Eq.v.	Eel.	Etor.	Enisbi
1	B2RR1B2R	-16.2	-19.4	1.0	2.1	0.0
2	R1RR3B3R	-14.8	-17.9	1.0	2.1	1.4
3	B2RR3L3R	14.6	-17.7	0.5	2.7	1.7
4	R2RR1L3R	-12.5	-16.5	2.0	2.1	3.5
5	R1BR1B3R	-12.8	-15.5	0.7	2.0	3.8
6	B1BR1B3R	-11.6	-15.1	1.2	2.3	4.7

Hesablamalar göstərdi ki, 0-5 kkal/mol nisbi enerji intervalına peptid zəncirinin on iki mümkün şeyplərindən altısı daxildir. Bu zaman bükük formada olan strukturlar enerji cəhətdən daha əlverişlidir. Bunun əsas səbəbi fraqmentin daxilində olan iki prolin aminurşusunun peptid zəncirinin mütəhərriklinin məhdudlaşdırılması ilə əlaqədardır. Pentapeptidin global konformasiyası B2RR1B2R formasına uyğundur və onun tam enerjisinin minimal qiyməti -16.2 kkal/mol təşkil edir. Bütün dayanıqlı konformasiyalarla qeyri-valent qarşılıqlı təsirlərin enerjisi -15.1÷-19.4 kkal/mol intervalında dəyişir. Alınmış nəticələr tirozinhidroksilaza molekulunun quruluş-funksiya əlaqələrinin tədqiqində istifadə oluna bilər.

Ədəbiyyat

1. Colette D.S., Tiffany L., and Shanzhi W. Arch Biochem Biophys., 2011, 508(1):1–12. doi:10.1016/j.abb.2010.12.017

ALH MOLEKULUNUN MOLEKULAR ORBITALLARI

Məlikova F.X., Paşayev F.H.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
melikovafatime24@gmail.com

Molekulların müxtəlif xassələrini kvant mexaniki tədqiq etmək üçün molekulun dalğa funksiyası məlum olmalıdır. Molekulların antisimetriya çərtini və Pauli prinsipini ödəyən dalğa funksiyasını determinant şəklində qururlar. Determinant dalğa funksiyasının hər bir elementi bielektronlu dalğa funksiyalarıdır və molekulyar spin orbitalları adlandırılır: $U_{im_s}(r\theta\varphi\sigma)$, burada i ilə molekulyar kvant ədədləri yığımı işarə edilmişdir.

Spin orbital qarşılıqlı təsiri nəzərə alınmadıqda molekulyar spin orbitalları $U_i(r\theta\varphi)$ molekular orbitallarla $U_{m_s}(\sigma)$ spin funksiyalarının hasilı şəklində axtarılır. U_i molekulyar orbitalları molekul daxilində elektronun halını təsvir edən bielektronlu dalğa funksiyasıdır. Bu funksiya MO LCAO yaxınlaşmasına əsasən molekuldakı atomların atom orbitallarının xətti kombinasiyası şəklində axtarılır:

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

Burada χ_q – atom orbitallarıdır. İşdə atom orbitalları kimi eksponensial xarakterli Sleyter atom orbitallarından istifadə olunmuşdur. c_{qi} – naməlum əmsallarının qiyməti isə molekullar üçün XFR tənlilikləri tapılır.

Hesablama zamanı Al: 1s-, 2s-, 2p_x-, 2p_y-, 2p_z-, 3s-, 3p_x-, 3p_y-, 3p_z- və H: 1s- Sleyter atom orbitallarından istifadə olunur. Hesablamalar nəticəsində ALH molekullarının molekulyar orbitallarının analitik ifadələri müəyyən edilmişdir:

$$U_1 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} [43,913 \cdot e^{-12,47 \cdot r} + 0,089 \cdot r \cdot e^{-3,94 \cdot r} + 0,004 \cdot r \cdot e^{-4,41 \cdot r} \cdot \cos \theta - 0,00001 \cdot r^2 \cdot e^{-1,27 \cdot r} + 0,003 \cdot r^2 \cdot e^{-1,38 \cdot r} \cdot \cos \theta - 0,0009 \cdot e^{-r}];$$

$$U_2 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} [12,086 \cdot e^{-12,47 \cdot r} + 18,848 \cdot r \cdot e^{-3,94 \cdot r} + 0,46 \cdot r \cdot e^{-4,41 \cdot r} \cdot \cos \theta \\ - 0,001 \cdot r^2 \cdot e^{-1,27 \cdot r} - 0,003 \cdot r^2 \cdot e^{-1,38 \cdot r} \\ \cdot \cos \theta + 0,01 \cdot e^{-r}];$$

$$U_3 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} [40,20 \cdot r \cdot e^{-4,41 \cdot r} \cdot \sin \theta \sin \varphi + 0,07 \cdot r^2 \cdot e^{-1,38 \cdot r}];$$

$$U_4 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} [-40,20 \cdot r \cdot e^{-4,41 \cdot r} \sin \theta \cos \varphi - 0,07 \cdot r^2 \cdot e^{-1,38 \cdot r} \sin \theta \cos \varphi];$$

$$U_5 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} [0,14 \cdot e^{-12,47} - 0,21 \cdot r \cdot e^{-3,94 \cdot r} + 40,14 \cdot r \cdot e^{-4,41 \cdot r} \cdot \cos \theta \\ + 0,0009 \cdot r^2 \cdot e^{-1,27 \cdot r} + 0,09 \cdot r^2 \\ \cdot e^{-1,38 \cdot r} \cos \theta - 0,05 \cdot e^{-r}];$$

$$U_6 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} [-1,55 \cdot e^{-12,47 \cdot r} + 2,24 \cdot r \cdot e^{-3,94 \cdot r} + 3,18 \cdot r \cdot e^{-4,41 \cdot r} \\ \cdot \cos \theta - 0,02 \cdot r^2 \cdot e^{-1,27 \cdot r} - 0,17 \cdot r^2 \cdot e^{-1,38 \cdot r} \\ \cdot \cos \theta - 1,090 \cdot e^{-r}];$$

$$U_7 = \frac{1}{\sqrt{\pi}} [1,59 \cdot e^{-12,47 \cdot r} - 2,39 \cdot r \cdot e^{-3,94 \cdot r} + 5,8 \cdot r \cdot e^{-4,41 \cdot r} \\ \cdot \cos \theta + 0,05 \cdot r^2 \cdot e^{-1,27 \cdot r} - 0,48 \cdot r^2 \cdot e^{-1,38 \cdot r} \\ \cdot \cos \theta - 0,97 \cdot e^{-r}];$$

Ədəbiyyat

1. Mürsəlov E.Ə., Qəhrəmanov N.F. Molekul fizikası. Sumqayıt-2006, 419s.

THE INVESTIGATION OF GLU-LYS CONFORMATION PROFILE

¹Aslanzade A.A., ²Rahimzade S.G.*

¹Baku State University, Physics faculty

²Baku State University, Institute for Physical Problems

aysuaslanzadeaqil@gmail.com

In the presented work, the conformation profiles of the biologically active Glu-Lys dipeptide were investigated within molecular mechanics method.

The intramolecular energy of dipeptide is taken as the additive sum of non-valence interaction energy ($E_{n.v.}$), electrostatic interaction energy ($E_{el.}$), Hydrogen bond energy ($E_{h.b.}$) and torsional energy ($E_{tors.}$).

Note that the conformational variants are divided into peptide skeleton shapes, and each shape includes certain forms of the main chain, and each shape is represented by a number of conformations. The various combinations of R (ϕ , $\psi=-1800-00$), B ($\phi=-1800-00$, $\psi=00-1800$), L (ϕ , $\psi=00-1800$) and P ($\phi=00-180$, $\psi=-1800-00$) forms of main chain is described the folded (f) or extended (e) shapes of the dipeptide molecule. 256 conformations were calculated by changing ϕ , ψ , ω angles of main chain and the side chain χ_1 , χ_2 , χ_3 , χ_4 , χ_5 dihedral angles of the Glu-Lys dipeptide. It was found

Table 1. The energy parameters of Glu-Lys dipeptide

Conformations	E_{nv}	E_{el}	E_{tors}	Total energy	Relative energy
R ₂ R ₁	-6.05	-2.23	0.92	-7.36	0.0
R ₂ R ₂	-5.84	0.38	0.70	-4.76	2.6
R ₂ R ₃	-4.04	-1.56	0.32	-5.27	2.1
R ₃ R ₁	-6.12	-1.30	1.21	-6.20	1.2
B ₁ L ₁	-5.39	1.29	0.60	-4.55	2.8
B ₁ L ₂	-5.94	1.39	0.81	-4.38	3.0
B ₁ L ₃	-6.33	3.39	0.79	-6.62	0.7
B ₂ L ₃	-6.35	3.83	1.15	-6.55	0.81

that RR and BL forms of the f shape of the main chain is realized in the relative energy range of 0-3 kCal/mol of the studied molecule. These conformations and the energy parameters that characterize them are shown in Table 1. Table 2 shows the geometric parameters of the global conformation of Glu-Lys dipeptide. Table 1 shows shapes of the main chain of Glu-Lys dipeptide fragment, as well as the values of non-valence interaction energy, internal rotational energy, electrostatic interaction energy, total and relative energies.

Table 2. Geometric parameters of Glu-Lys dipeptide

Amino acids	Torsion angles	Conformation
		Extended
Glu	ϕ	-84.5
	ψ	-69.0
	χ_1	176.6
	χ_2	179.4
	χ_3	91.4
	Ω	186.3
Lys	Φ	-136.8
	Ψ	-39.0
	χ_1	58.4
	χ_2	185.7
	χ_3	180.6
	χ_4	183.3
	χ_5	180.0

Ədəbiyyat

1. Tishkov S.V., Blynskaya E.V., Alekseev K.V. & Bueva V.V. Use of Two-Factor Dispersion Analysis for Studying the Pharmaceutical and Technological Properties of Tablets of GK-2-bis-(N-Monosuccinyl-L-Glutamyl-L-Lysine) Hexamethylenamide, Dispersed in the Oral Cavity. Pharmaceutical Chemistry Journal volume 55, pages 1096–1102 (2022)

LAKTOFERROKSİN B MOLEKULUNUN N- və C-TƏRƏF TRİPEPTİD FRAQMENTLƏRİNİN KONFORMASIYA ANALİZİ

Məmmədova Ü.B., Ağayeva L.N.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
ummmdova282@gmail.com

Qida maddələrindən alınmış bir sıra ekzogen peptidləri opioi-dəbənzər xassələrə malikdir. Laktoferroksin süddə və az miqdar-da öd və göz yaşı kimi ekzokrin mayələrdə mövcud olan qlikopro-teindir. O, bir zəncirli polipeptiddən ibarətdir və proteolizə nisbə-tən davamlıdır. İnsan südü, neytrofillər və inək südündən alınan laktoferroksin üçün tam DNT-lərin olduğu bildirildi və rekombinant zülallar istehsal edildi.

Laktoferroksin B – Arg1-Tyr2-Tyr3-Gly4-Tyr5 molekulunun fəza quruluşu onu fraqmentlərə ayırmaqla tədqiq olunmuşdur. Ona görə də ilk yaxınlaşmada molekulun N-kənar Arg1-Tyr2-Tyr3 və C-kənar Tyr3-Gly4-Tyr5 tripeptid fraqmentlərinin fəza quruluşları uyğun aminturşu qalıqlarının aşağıenerjili konformasiyaları əsasında tədqiq edilmişdir. Hesablamaların nəticələri göstərir ki, əsas zəncirlərin formalarına və konformasiyaların enerjilərinə görə kəskin differensiasiya gedir. Əsas zəncirin hər bir formasının ən stabil konformasiyası cədvəl 1 və 2-də göstərilmişdir. Həmin konformasiyaların nisbi enerjiləri 0 – 6.0 kkal/mol intervalında dəyişir. Fraqmentin ən stabil konformasiyası B1222B3B1-dir. Bu konformasiya qeyri-valent və elektrostatik qarşılıqlı təsir enerjilərinə görə ən əlverişlidir. Fraqmentin ikinci aşağıenerjili konformasiyası spiralvari fırlanmış R2222R1R1-dir. Onun nisbi enerjisi qlobal konformasiyadan 1.5 kkal/mol qədər çoxdur. İkinci tripeptid fraqmentin ən stabil konformasiyası R2LR3-dür, R1PR1 və B2LB1 konformasiyaları əsas zəncirin qismən bükülmüş formalarını əmələ gətirirlər. Tripeptid fraqmentin cədvəl 1 və 2-də göstərilən əsas zəncirin formalarının konformasiyaları laktoferroksin B molekulunun fəza quruluşunu hesablamaq üçün başlanğıc

variant kimi seçilməsi tövsiyyə edilir. Beləliklə, Arg-Tyr-Tyr və Tyr-Gly-Tyr tripeptid fraqmentlərinin stabil konformasiyaları yığımının təyin edilməsi onların əsasında laktoferroksin B molekulunun fəza quruluşunu tədqiq etməyə imkan verir.

Cədvəl 1. Laktoferroksin B molekulunun N-tərəf tripeptid fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyaları.

Şeyp	Konformasiya	Uqv	Uel	Utor	Uüm	Unis
ee	B1222B3B1	-8.7	4.0	1.8	-2.9	0
ff	R2222R1R1	-8.0	4.8	1.7	-1.4	1.5
ef	B1222R1R1	-3.6	4.5	1.6	2.5	5.4
ee	B3222B1B1	-6.1	4.7	0.9	-0.5	2.4

Cədvəl 2. Laktoferroksin B molekulunun C-tərəf tripeptid fraqmentinin aşağıenerjili konformasiyaları.

Şeyp	Konformasiya	Uqv	Uel	Utor	Uüm	Unis
ee	R2 L R3	-8.7	4.0	1.8	-2.9	0
ef	R1 P R1	-8.0	4.8	1.7	-1.4	1.5
fe	B2 L B1	-3.6	4.5	1.6	2.5	5.4
ff	B2 P B1	-6.1	4.7	0.9	-0.5	2.4

Ədəbiyyat

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

BİOLOJİ TOXUMALARIN ELEKTRODİNAMİK PARAMETRLƏRƏ GÖRƏ ÖYRƏNİLMƏSİ

Xəlilova A.A., Əhmədov N.F.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
aytnxilova@gmail.com

Dielektrik nüfuzluğunun və elektrik keçiriciliyinin polyar mayelərdə öyrənilməsi Tibb biologiyası üçün xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Onların topik nümayəndəsi, dipolun və ya oriyentasiya qütbləşməsinin görünüşünə səbəb olan dipolun və sahənin yükləri arasında qarşılıqlı təsir nəticəsində elektrik sahəsində istiqamətlənmiş dipollardan ibarət sudur. Suda elektrolitin konsentrasiasının artması ilə onun DN-ı azalır. Əksər bioloji sistemlər hetrogen dielektriklərə aiddir. Bioloji sistemin ionlarının elektrik sahəsi ilə qarşılıqlı təsirində, polyarizasiya mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Polyarizasiya nə qədər böyükdürsə, elektrik sahəsinin tezliyi bir o qədər kiçikdir. Polyarizasiya DN-dan asılı olduğundan, membranların vəziyyətini effektiv DN-u müəyyən edir. Toxumalar elektrik xüsusiyyətlərinə görə çox heterogen bir mühitdir. Toxumaları təşkil edən maddələr (zülallar, yağlar, karbohidratlar və s.) mahiyyətcə dielektriklərdir. Orqanizmin bütün toxuma və hüceyrələri mayelərdən ibarətdir. Bu mayələrin tərkibinə üzvi kolloidlərlə yanaşı, elektrolit məhlulları da daxildir, ona görə də onlar nisbətən yaxşı keçiricidirlər. Bədənin müxtəlif toxumalarının $t=37\text{ C}$ temperaturda birbaşa cərəyana xüsusi müqavimətinin təxmini qiymətləri; qan – 1.66; əzələ toxuması – 2.9; beyin toxuması – 14.3; piy toxuması – 33.3; quru dəri – 1000000 tərtibindədir.

Orqanizmin toxumalarına sabit elektrik cərəyanı tətbiq edildikdə, elektrik cərəyanı ən az müqavimət göstərən yollar boyunca keçir. Belə yollar hüceyrələrarası maye, qan və limfa damarları və s. Birbaşa cərəyanın toxumalara təsiri əsasən ionların hərəkəti, onların ayrılması və müxtəlif toxuma elementlərində konsentrasianın dəyişməsi ilə əlaqəli polyarizasiya hadisəsinə əsaslanır.

Bioloji obyektlər üçün polyarizasiya hadisəsini nəzərə alaraq, Bioloji obyektlər üçün Om qanunu belə yazmaq olar:

$$I = \frac{U - \varepsilon(t)}{R}.$$

Burada U – bioloji obyektə tətbiq olunan gərginlik, R – bioloji toxumanın müqavimətidir.

Ədəbiyyat

1. Седунов Б.И., Франк-Каменецкий Д.А. Диэлектрическая проницаемость биологических объектов. Москва, 1983.
2. Məsimov E.Ə. Polimerlərin fiziki kimyası. Bakı Universiteti, 2010
3. Məsimov E.Ə., Əhmədov N.F. Bioloji sistemlərin quruluş və xassələri. Bakı, 2000.

Ag NANONAQİLLƏRİNİN SİNTEZİ VƏ QURULUŞU

İsmaylova Q.E., Nuriyeva S.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
goncaismayilova@gmail.com

1D quruluşlu gümüş nanomateriallar özünəməxsus elektrik, termik, mexaniki və optik xüsusiyyətlərinə görə tədqiqatçıların böyük maraq obyektinə çevrilmişdir [1]. Bütün nəcib metallar arasında (Ag, Au, Pd və Pt) gümüş nanonaqillərinin fərqliliyi, yalnız onun yüksək elektrik və termik keçiriciliyi ilə deyil, həmçinin polimer kompozitlərdə elektrik və optik xassələrinin artımı ilə də əlaqədardır. Gümüş nanonaqillər ikili plazmon rezonansını, fotoluminessensiya, elektrik və istilik keçiriciliyi kimi yeni optik və fiziki xüsusiyyətlərinə görə nanoelektronika və texnikada tətbiq üçün ən çox öyrənilən metallardan biridir.

Ag nanonaqillərinin kimyəvi alınma metodlarına poliol, foto-reduksiya, solvotermal və s. kimi metodlar daxildir. Hal-hazırda gümüş nanonaqillərinin hazırlanması üçün müxtəlif sintez üsulları arasında tədqiqatçılar, əsasən poliol metodu təklif edirlər. Metodu üstünlüyü daha az xərc və kütləvi istehsal kimi üstünlüklərinin olmasıdır [2].

Tədqiqat işində gümüş nanonaqillərinin sintezi üçün reaksiya müddətini xeyli azaldılan iki halkogenli modifikasiya edilmiş poliol metodu təklif edilmişdir. Reduksiyaedici agent və həlledici kimi ikili rol icra etmək üçün poliol olaraq etilen qlikol istifadə edilmişdir. NaCl və NaBr duzlarından Ag^+ ionları ilə birləşərək həll olunmayan AgCl və AgBr duzlarının yaratması üçün nəzarətedici agentlər olaraq istifadə edilmişdir.

Rentgen analiz üsulundan istifadə edərək sintez edilən Ag naqilinin kristal quruluşundakı dəyişikliklər tədqiq edilmişdir. Nanoquruluşun faza tərkibi məlum quruluşların rentgen difraktoqramları ilə müqayisəli tədqiq edilmişdir. Tədqiq edilən nanonaqilin rentgen difraktoqramında müşahidə olunan 38.67° , 44.73° ,

64.79°, 77.77°, 81.89° 2θ bucaqları İCDD (PDF-2/Release 2011 RDB) bazasının 00-004-0783 nömrəli faylı ilə uzlaşır [2]. Mövcud üzlərinin difraksiya zirvələri gümüşün üzə mərkəzləşmiş kubik quruluşa uyğun gəldiyini söyləməyə imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Liu W.J., Liu M.L., Lin S. et al. Synthesis of high quality silver nanowires and their applications in ultrafast photonics. // Optics express, 2019, Vol. 27, No.12, p. 16440
2. Lin C., Qin H., Jie C., Huaijun L., Wei L., Zhidan L., Peng Z. Rapid and Facile Synthesis of High-Performance Silver Nanowires by a Halide-Mediated, Modified Polyol Method for Transparent Conductive Films. Nanomaterials 2020, 10, 1139.

BÖLMƏ 3 BƏRK CİSİMLƏR FİZİKASI

THE SELF-PHASE MODULATION AT NONLINEAR INTERACTION OF OPTICAL WAVES

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

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

As we know the Lorentz model of the atom apply for description of linear optical properties of atomic vapor and for non-metallic solids [1-2].

The self-action can be revealed in spatial self-focusing of light wave, the change of optical density of medium in area occupied by light beam. Self-action effects are significant in passing of intense light pulses through the medium. Particularly, the above effects lead to the change of shape of light pulses and deformation of their frequency spectrum. Investigation of intense light pulse propagation in amplifying and absorbing media involves the following problems, such as obtaining the short and ultra-short light pulses of high intensity, consideration of laser dynamics in pulse regime and others [3].

The self-phase effect of a light wave in a quadratic nonlinear medium cannot in fact be taken into account within a constant field approximation, but it can be taken into account within a constant intensity approximation [4]. By referring to real amplitudes and phases in the well-known equation for SHG we obtain [5]:

$$\frac{da_1}{dz} + ia_1 \frac{d\varphi_1}{dz} = -i\sigma_1 a_1 a_2 \exp[i(\varphi_2 - 2\varphi_1 - \Delta kz)] \quad (1)$$

Where a_1 and a_2 are real amplitude; φ_1, φ_2 are phase vector; σ_1 – nonlinear coefficient connection; Δk – wave vector; z – the direction propagation.

B – the approximation of a given intensity, we take into account, that $da_1/dz = 0$. Then, from equation (1), we find:

$$\frac{d\varphi_1}{dz} = -\sigma_1 a_2 \cos(\varphi_2 - 2\varphi_1 - \Delta kz) \quad (2)$$

Here σ_2 – is nonlinear coefficient connection.

After transformations, it is possible to obtain from (2):

$$\frac{d\varphi_1}{dz} = -\sigma_1 \sigma_2 I_{10} z \text{sinc}(\Lambda z) \sin\left(2\varphi_1(0) - 2\varphi_1(z) - \Delta k \frac{z}{2}\right). \quad (3)$$

Thus:

$$\varphi_1(z) = \varphi_1(0) + \frac{\Delta kz}{8 + (\Delta k)^2 / (\sigma_1 \sigma_2 I_{10})} [1 - \text{sinc}(2 \Lambda z)] \quad (4)$$

Here the refractive index of the medium depends on the intensity I_{10} of the fundamental radiation.

Thus, we find the modulation of a self-phase light wave in a quadratically non-linear medium.

References

1. Пантел Р., Путхоф Г. Основы квантовой электроники. 1972, Мир, 383с.
2. Boyd Nonlinear Optics, Third Edition, 2007, v.II, p.69-74
3. Tagiev Z.H., Kasumova R.J. Theoretical studies on frequency doubling in glass optical fibers in constant-intensity approximation. Optics & Communications, 2006, v.261, p.258-265.
4. Tagiev Z.H., Salmanova R.A., Kerimova N.V. Constant-intensity approximation in a nonlinear wave theory Opt. B: Quantum Semiclas. Opt. 3, (2001), 84-87.
5. Дмитриев В.Г., Тарасов Л.В. Прикладная нелинейная оптика. — 2-е изд., глава II, страница 32.

Hg_{1-x}Cd_xTe ƏSASLI KVANT QUYUSUNDAKI ELEKTRON QAZININ MAQNİZMİ

Sultanova S.S., İsmayilov T.H.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
sahile.sultann@gmail.com

Hg_{1-x}Cd_xTe kristallarının əsasında hazırlanan aşağıölçülü elektron sistemləri hazırda geniş surətdə tədqiq olunmaqdadır. Bu, belə strukturların müxtəlif sahələrdə, o cümlədən tibbdə, hərbidə, eləcə də məişətdə tətbiqləri ilə bağlıdır [1-4]. Bu kristallar qadağan zolağının enindən asılı olaraq yarımkeçirici və ya yarımmetal ola bilər. Bu hallar isə zona quruluşuna görə bir-birindən əsaslı surətdə fərqlənir. Belə ki, yarımkeçirici halında zona quruluşu InSb tipli, yarımmetal halında isə HgTe tiplidir. Tərkibindən (x-dən) asılı olaraq qadağan zolağının eni dəyişib, $\varepsilon_g = 0$ -dan keçərək bir haldan digərinə (və əksinə) keçir. Yəni, bu zaman faza keçidi baş vermiş olur.

Təqdim olunan işdə Hg_{1-x}Cd_xTe əsaslı kvant quyusunda sabit maqnit sahəsində elektron qazının maqnetizmi məsələsinə baxılmışdır. İkizonalı Keyn modelində ikiölçülü elektron qazının böyük termodinamik potensialı, daha sonra maqnit momenti və maqnit qavrayıcılığı hesablanmışdır. Maqnit momentinin, ε_g -dən və maqnit sahəsinin qiymətindən asılılığı araşdırılmışdır.

Göstərilmişdir ki, ε_g -nin qiymətindən asılı olaraq Landau diamagnetizmi ilə Pauli paramagnetizmi arasındakı nisbət dəyişir.

Ədəbiyyat

1. Li H., Dingjiang Y., Guoqiang N. Technology for Advanced Focal Plane Arrays of HgCdTe and AlGaIn. National Defense Industry Press, Beijing and Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2016)
2. Rogalski A., Infrared Detectors, second ed., CRC Press, 2010.
3. Lew Yan Voon L.C., Willatzen M. Perturbation Theory-Kane Models. In: The kp Method. Springer, Berlin, Heidelberg (2009)
4. Kane E.O. "Band Structure of Indium Antimonide" // Journal of Physics and Chemistry of Solids.1, 249 (1957)

ВОЗМОЖНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ В ДВУХЗОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ ТИПА GaAs

Джавадова Р.З., Гасанов Е.Р.*

Бакинский Государственный Университет, Физический факультет
dzhavadova.r@icloud.com

В данной работе рассматривается возможность получения отрицательного сопротивления за счет свойств структуры зон, а именно изменения средней эффективной массы носителей. В результате носители в подзонах будут иметь разную эффективную массу соответственно кривизне зон и направлению приложенного электрического поля. Средняя эффективная масса и проводимость кристалла будут зависеть от относительных заселенностей каждой подзоны, которые будут функциями температуры носителей. Рассмотрим зону проводимости, состоящую из 2-х подзон.

Проводимость определяется выражением

$$G = e(\mu_a n_a + \mu_b n_b). \quad (1)$$

Величину прироста проводимости с увеличением поля можно записать в виде

$$\frac{dG}{dE} = e \left(\mu_a \frac{dn_a}{dE} + \mu_b \frac{dn_b}{dE} \right) + e \left(n_a \frac{d\mu_a}{dE} + n_b \frac{d\mu_b}{dE} \right).$$

Или полагая $n_a + n_b = n$ и выбирая $\mu_{a,b} \sim E^p$

$$\frac{dG}{dE} = e(\mu_a - \mu_b) \frac{dn_a}{dE} + e(\mu_a n_a + \mu_b n_b) \frac{p}{E}. \quad (2)$$

Поскольку плотность тока

$$J = GE.$$

Условия появления отрицательного сопротивления имеет вид

$$-\frac{dG/dE}{G/E} > 1.$$

Или используя формулу (1) и (2) при $f = n_b/n_a$ получаем

$$\left[\frac{\mu_a - \mu_b}{\mu_a + f\mu_b} \left(-\frac{E}{n_a} \frac{dn_a}{dE} \right) - P \right] > 1 \quad (3)$$

Показатель r степени поля E зависит от механизма рассеяния и должен быть отрицательным и большим. Если температура решетки остается постоянной на вольтамперной характеристике для горячих электронов при низких температурах решетки ($\leq 20^\circ\text{K}$) имеются три разных участка.

1. Участок $E^{1/2}$ где преобладает рассеяния за счет столкновений с акустическими фононами, $r = -0,5$.

2. Участок $E^{1/5}$ где преобладающим механизмом рассеяния является эмиссия акустических фононов, $r = -0,8$.

3. Участок E^0 где преобладает рассеяния на оптических фононах, $r = -1,0$.

Легко видеть, что любой вклад первого члена выражения (3) на участке E^0 даст отрицательное сопротивление.

Литература

1. Ridley B. K., Watkins T. B., Proc. Phys. Soc., 78, 293 (1961)
2. Kromer H., Phys. Rev., 109, 1856(1958)
3. Stratton R., Proc. Roy. Soc., A242, 355 (1957)

İNVERS ZONALI Hg_{1-x}Cd_xTe KVANT QUYUSUNDA YÜKDAŞIYICILARIN ENERJİ SPEKTRİ VƏ DALĞA FUNKSİYALARI

Abbaszadə Q.H., İsmayılov T.H.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
qandili.abbaszada.huseyn@bsu.edu.az

İkizonalı Keyn modelində Hg_{1-x}Cd_xTe ($x < 0,15$) əsaslı kvant quyusunda Şredinger tənliyinin həllindən yükdaşıyıcıların (elektron və deşiklərin) enerji spektrləri və dalğa funksiyaları tapılmışdır. Göstərilmişdir ki, sərhədlərdə sıfırlıq şərtləri bürüyücü funksiyalar üzərində deyil, tam dalğa funksiyasının üzərinə qoyulmalıdır. Sıfırlıq şərtinin bürüyücü funksiya üzərinə qoyulması məsələni mürəkkəbləşdirir. Elektron və deşiklərin enerji spektrləri üçün qadağan zolağının enindən (ϵ_g) asılı qeyri-parabolik enerji spektri, eləcə də dalğa funksiyaları üçün analitik ifadələr alınmışdır. Göstərilmişdir ki, $\epsilon_g \rightarrow \infty$ şərtində alınan ifadələr standart modeldəki enerji spektrinə və dalğa funksiyalarına keçir. Işığın təsiri ilə baş verən zonalararası keçidlərin ($\hbar\omega > \epsilon_g$, $\hbar\omega -$ düşən işığın tezliyidir) matris elementləri hesablanmış, seçmə qaydaları müəyyən edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Lew Yan Voon L.C., Willatzen M. Pertubation Theory-Kane Models.In: The kp Method. Springer,Berlin,Heidelberg(2009)
2. Kane E.O. "Band Structure of Indium Antimonide". [Journal of Physics and Chemistry of Solids](#). 1: 249 (1957)

TlInS₂ KRİSTALININ ALINMASI

Cumayeva Ç.İ., Cabbarov C.H.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
chichak.jumayeva@gmail.com

Son zamanlar $A^3B^3C_2^6$ qrupundan olan seqnetoelektriklərin yarımkəçiricilərin və onlar əsasında olan qarışıq kristalların öyrənilməsinə diqqət artırılıb. Bu onların izotrop kristallik strukturlarının olması və onlarda struktur faza keçidlərinin olması ilə əlaqədardır. Faza keçidəri oblastında kristallik qəfəs dayanıqsızdır, onların fiziki xassələri xətti deyil və onların yarımkəçirici parametrləri maksimaldır. Bunlara görə yarımkəçirici-seqnetoelektriklərin faza keçidləri oblastında öyrənilməsi və tətbiqi elm və texnikanın inkişafına təkan verə bilər. Seqnetoelektriklərdə ölçüsüz fazaya keçid oblastında onun bir çox termodinamik xarakteristikalarında anomaliya baş verir. Bu parametrlər dielektrik nüfuzluğu, istilikdən genişlənmə əmsalı, istilik tutumudur ki, faza keçidlərinin xarakterini öyrəndikdə onları nəzərə almamaq olmaz.

Bizim öyrəndiyimiz birləşmənin monokristalları stexiometriyaya uyğun komponentlərin kvars ampullalarında vakuumda 10^{-4} mm c.st. təzyiqdə qızdırmaqla alınmışdır. Bu zaman ilkin komponentlər kükürd və indium təmizliyi 99,99999%, talliumun təmizliyi isə 99,999% olmuşdur. TlInS₂ birləşməsi, ampulanı qismən sintez peçinin içinə salmaqla sintez edilmişdir. Belə metod, uçucu komponentləri olan birləşmələrin (S) sintezində istifadə edilir, çünki onların buxarının təzyiqi ərimə temperaturunda çox böyük olur və ampula partlaya bilər. Ampulanın peçdən kənarda qalan hissəsi soyudulur və nəticədə ilkin halda birləşməyən kükürd ampulanın soyudulan ucunda kondensasiya edir, sonra isə yüksək temperatur oblastına axaraq doymuş buxarların təzyiqini artmağa qoymur. Ampula daxilində təzyiq azaldıqca ampula yüksək temperatur oblastına daxil edilir və kondensasiya qurtardıqdan sonra tam yüksək temperatur oblastına daxil edilir.

Polikristallik maddə sintezdən və rentgenoqrafik analizdən sonra kvars ampulaya doldurulur, havası 10^{-4} mm.c.st qədər sorulur və açıq uclar əridilərək birləşdirilir.

Tədqiq olunan birləşmənin monokristalı Briggmen metodu ilə göyərdilmişdir. Kvars ampula peçin içində 6 mm/saat sürəti ilə hərəkət etdirilmişdir.

Bütün nümunələr p-tip keçiriciliyə malik idi və xüsusi müqaviməti $10^7 \div 10^{10}$ Om·m ətrafında olmuşdur.

Ədəbiyyat

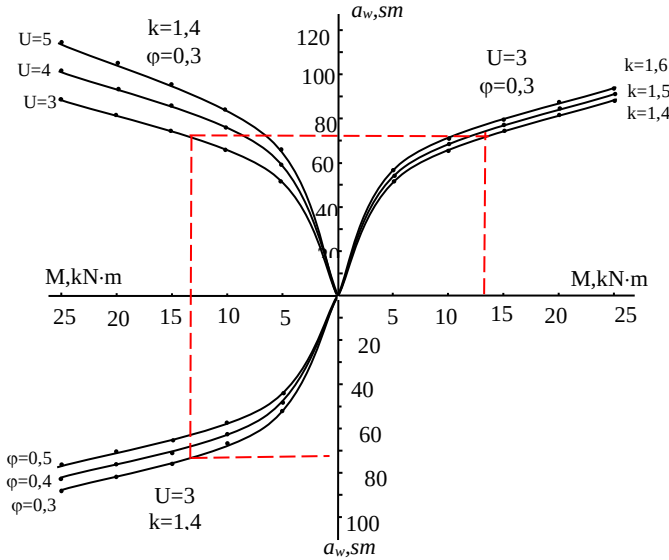
1. Sərdarlı R.M, Səmədov O.A., Sadıxov İ.Ş., Əliyev V.A., FTT,T.45, v6.2003, s.1067.

DÜZDİŞLİ ÇARXIN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİNDƏ NOMOQRAMMANIN TƏTBİQİ

Cəfərova H.T., Qasımov N.V.*

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Fizika fakültəsi
ceferovaheyat2001@gmail.com

Mexanizmlərin qabarit ölçüsü oxlar arası məsafədən aslıdır. Oxlar arası məsafənin kiçik olması material sərfinə eyni zamanda maya dəyərinə təsir edir. Layihənin hesabatını optimal icra etmək üçün oxlar arası məsafəyə təsir edən amillər araşdırılıb və onlar arasında qrafiki nomogramma tərtib edilib və şəkildəki kimidir.



Hes

$$a_w \geq (1 + U) \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{340}{[\sigma_k]}\right)^2 \frac{M_1 K}{\psi_{aw} U}}$$

düsturuna əsasən aparılmışdır. Burada K – yüklənmə əmsalı, U – ötürmə ədədi, Ψ – en əmsalı, M – burucu moment, $[\sigma_k]$ – kontakt gərginliyidir. $K=1,4$; $U=3$; $\Psi=0,3$; $M=13 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $[\sigma_k]=634 \text{ N/mm}^2$. Hesabat nəticəsində

$$a_{\text{nom}}=73 \text{ sm},$$

$$a_{\text{hes}}=72 \text{ sm},$$

$$\Delta a_w = \frac{a_{\text{nom}} - a_{\text{hes}}}{a_{\text{hes}}} \cdot 100\% = 1,38\%$$

alınmışdır.

$$1,38\% < 5\%$$

olması nomogrammanın düzgünlüyünü göstərir.

Ədəbiyyat

1. Hüseynov M.F., Əyyubov Ə.Ə. Maşın hissələri. Bakı, 2009
2. Kərimov Z.H. Maşın hissələri və yükqaldırıcı –nəqlədicisi maşınlar. Bakı, 2002

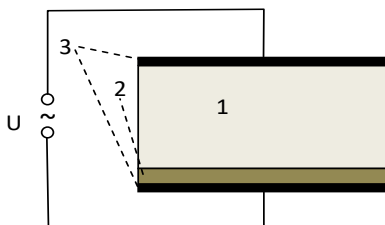
POLİBUTADİEN VƏ POLİBUTADİEN+Al₂O₃ KOMPOZİT BARYERİN BARYER BOŞALMASINDA PLAZMANIN PARAMETRLƏRİNƏ TƏSİRİ

Heydərova A.M., Ələkbərov Ş.Ş.*

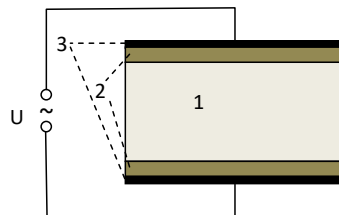
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
aytaculkar@gmail.com, shahin8@rambler.ru

Müasir dövrdə bir çox üstün cəhətlərinə görə bəzi plazma cihazlarında, əsasən elektrosintez qurğularında müxtəlif baryerlərdən istifadə edilir və verilmiş parametrlərə malik dayanıqlı, stabil plazma mühitinin yaradılması böyük elmi-praktik əhəmiyyət kəsb edir.

Məlumdur ki, baryer boşalmasında dielektrik baryerin seçilməsi boşalma aralığında plazmanın – elektron və ion cərəyanının sıxlığı, elektron və ion temperaturu, boşalma aralığında gərginlik düşgüsü və s. kimi bir sıra parametrlərini müəyyən edir. Bu məqsədlə eyni konstruksiya üçün polibutadien və 0÷40% çəki nisbətində polibutadien əsasında polibutadien+Al₂O₃ kompozitlərdən ibarət baryerlərin bir və iki baryerli baryer boşalmasında boşalma aralığında plazmanın parametrlərinə təsiri tədqiq edilmişdir və qeyd edilən hallara uyğun atmosfer təzyiqində bir və iki baryerli baryer boşalması üçün VAX qurulmuşdur.



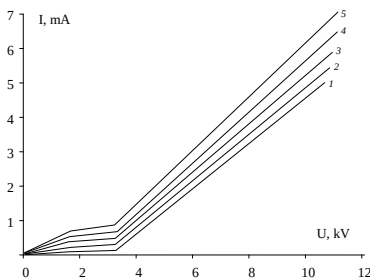
Şəkil 1.



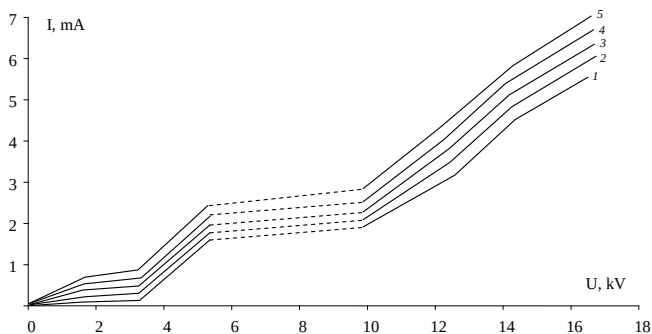
Şəkil 2.

Şəkil 1-də bir, Şəkil 2-də 2 baryerli boşalma qurğusu sxematik təsvir olunmuşdur (1-boşalma aralığı, 2-baryer, 3-metal elektrod). Şəkil 3-də bir, Şəkil 4-də 2 baryerli boşalma qurğularının Volt-Amper Xarakteristikaları verilmişdir. 1, 2, 3, 4, 5 asılılıqları ardıcılı

olaraq təmiz polibutadien, 10%, 20%, 30%, 40%, çəki nisbətində polibutadien əsasında polibutadien+Al₂O₃ kompozitlərdən ibarət baryerlər olan hallara uyğundur.



Şəkil.3.



Şəkil.4.

Alınmış nəticələr polimer əsasında tələb olunan parametrlərə malik kompozitlərdən ibarət dielektrik baryerlərin, yeni plazma qurğularının yaradılmasında və tədqiqində istifadə edilə bilər.

Ədəbiyyat

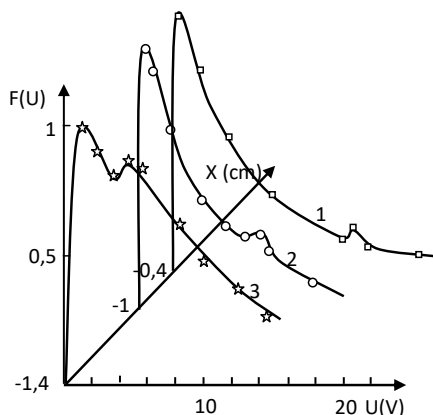
1. Лунин В.В., Попович М.П., Ткаченко С.Н. Физическая химия озона М.: МГУ, 1998, 480 с.
2. Автаева С.В. Барьерный разряд. Исследование и применение. Бишкек, КРСУ, Москва, 2009, 290 с.

QEYRİ-BİRCİNS CİVƏ BUXARI BOŞALMASINDA ELEKTRONLARIN SÜRƏTLƏNMƏSİ

İsrafilzadə G.Ş., Hüseynov T.X.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
gulus.israfilzade@gmail.com

Hal-hazırda mono- və duoplazmatron mənbələrində mənbə kimi geniş istifadə edilən boşalmanın müsbət sütununun dayanıqlı hissəsində elektronların enerjiyə görə paylanma funksiyası ölçülmüşdür [1]. Elektronların enerjiyə görə paylanma funksiyasında ikinci maksimumun sürüşməsinə səbəb sinqletlərin və tripletlərin müxtəlif enerji asılılıqlarına malik olması və müxtəlif enerji səviyyələrində həyəcənlaşma rejimlərinin aksial istiqamətdə dəyişməsidir.



Şəkil 1. Civə buxarının elektrik boşalmasının daralma oblastında müxtəlif məsafələrdə ($a - 14$, $b - 10$ və $c - 4$ mm) ölçülmüş paylanma funksiyaları. $P = 0,2$ Tor, $I_b = 100$ mA. Nöqtələr nəzəri hesablamalarda alınmış qiymətləri göstərir.

Aparığımız təcrübi tədqiqatlar diametri 55 mm və uzunluğu 700 mm olan boşalma borusunda aparılmışdır. Diametri 22 mm olan hərəkətli anod borunun dar hissəsində yerləşdirilir.

Civə boşalmasının müsbət sütunun daralma hissəsində ikiqat

elektrik təbəqəsindən ibarət keçid oblastı formalaşır. Keçid oblasında katod tərəfdə mənfi fəza yükləri, anod tərəfdə isə müsbət fəza yükləri layı yaranır. Puasson tənliyinə görə bu oblastda potensialın paylanması gedişi dəyişir, sahə kəskin artır, elektronlar sahədən əlavə enerji alaraq sürətlənir və nəticədə boşalma borusunun daralma oblasının sərhədyanı hissəsində ionlaşma prosesi kəskin yüksəlir. Şəkil 1-də daralma oblastından katod tərəfdə 1,4; 10 və 4 mm məsafədə ölçülmüş elektronların enerjiyə görə paylanma funksiyaları göstərilmişdir. Paylanma funksiyasında yaranan ikinci əlavə maksimum ikiqat elektrik təbəqəsi oblasında sürətlənmiş elektronlar qrupuna uyğun gəlir. Həmin şəkildən görünür ki, əyrinin maksimumu potensialın qiyməti artıqca, yüksək enerjilər oblastına tərəf sürüşür. Bu halda ikinci maksimumun ölçüsü kiçilir, sonra isə boşalmada baş verən elastiki və qeyri-elastiki toqquşmalar nəticəsində yox olur.

Ədəbiyyat

1. Гусейнов Т.Х. Влияние различных механизмов разрушения метастабильных уровней на динамическое сопротивление дуги среднего давления // Известия НАНА, серия физ.-мат. и техника, физика и астрономия, Баку, 2004, № 2, с.116-122.

ARQON-CİVƏ BUXARI BOŞALMASINDA STRAT RƏQSLƏRİ

Ağammədova S.M., Qəribov Q.İ.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
agammedovasamira97@gmail.com

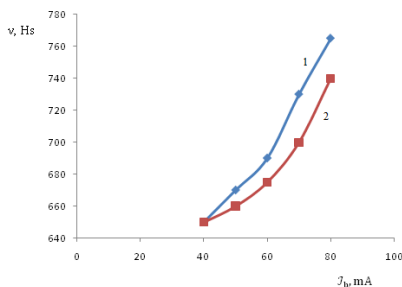
Müxtəlif ion cihazlarında strat rəqsləri yaranır [1]. Həmin rəqslərin yaranması ion cihazlarının xidmət müddətinə xeyli təsir edir və cihazlar sıradan çıxır. Odur ki, strat rəqslərinin öyrənilməsi hal-hazırda da aktual olaraq qalmaqdadır. Həmin məqsədlə biz, arqon-civə buxarı plazmasında yaranan strat rəqslərinin bir sıra parametrlərini öyrənmişik. Araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, strat rəqsləri qazın növündən, boşalma cərəyanının və qazın təzyiqindən asılı olaraq müəyyən oblastda yaranır və yox olur. Adətən həmin rəqslər anoddan katoda doğru qaçırlar. Qazın növündən asılı olaraq stratlar tərپənməz şəkildə də yarana bilər.

Arqon-civə buxarı boşalmasında strat rəqslərinin yaranma mexanizmlərini aşkar etmək üçün boşalma cərəyanının stratın tezliyindən və dalğa uzunluğundan asılılığını ölçmüşük. Şəkil 1-də stratın tezliyinin boşalma cərəyanının artma (1) və azalma (2) istiqamətlərindən asılı olaraq dəyişmə qrafiki göstərilir. Həmin şəkildən görüldüyü kimi boşalma cərəyanı artdıqca boşalmada elementar proseslərin rolu yüksəldiyinə görə stratın tezliyi artır.

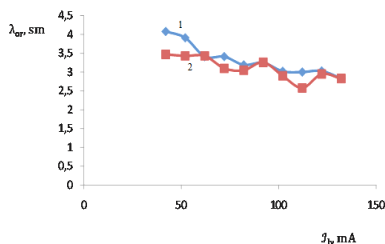
Şəkil 2-də isə stratın uzunluğunun boşalma cərəyanının artma (1) və azalma (2) istiqamətlərindən asılı olaraq dəyişmə qrafiki göstərilir. Həmin şəkildən görüldüyü kimi boşalma cərəyanı artdıqca elementar proseslərin rolu arır və nəticədə stratın uzunluğu qeyri-monoton azalır.

Beləliklə, elektronların konsentrasiyası ne artdıqca (cərəyan şiddəti artdıqca) həyəcanlaşmış atomların sayı kəskin artır və əsas səviyyədən ionlaşmalara atomların həyəcanlaşmış səviyyələrdən ionlaşmaları da əlavə olunur. Atomun həyəcanlaşmış səviyyədən ionlaşmasına az enerji tələb olunur. Ona görə də həyəcanlaşmış atomların elektron zərbəsi ilə ionlaşması elektronların

konsentrasiyasının daha da artmasına səbəb olur. Bu da öz növbəsində həyəcanlaşmış atomların konsentrasiyasının kəskin artmasına və elektronların konsentrasiyasının daha güclü artmasına gətirir və s. Elektronların konsentrasiyasının belə kəskin artması müsbət sütunun stratlaşmasına gətirə bilər.



Şəkil 1. Stratların tezliyinin boşalma cərəyanından asılılığı. 1 – boşalma cərəyanının artma və 2 – azalma istiqamətində.



Şəkil 2. Stratın uzunluğunun boşalma cərəyanından asılılığı. 1 – boşalma cərəyanının artma və 2 – azalma istiqamətində.

Ədəbiyyat

1. Недоспасов А.В., Эфендиев К.И., Гарибов Г.И. «Колебания положительного столба разряда в неоне и смеси неона с водородом в продольном магнитном поле», Журнал «Теплофизика высоких температур», М., 1971, том 9, №1, с.22.

CİVƏ BUXARININ ELEKTRİK BOŞALMASININ MÜSBƏT SÜTUNUNDA İONLARIN PAYLANMASI

Orucova B.A., Rəsulov E.A.*

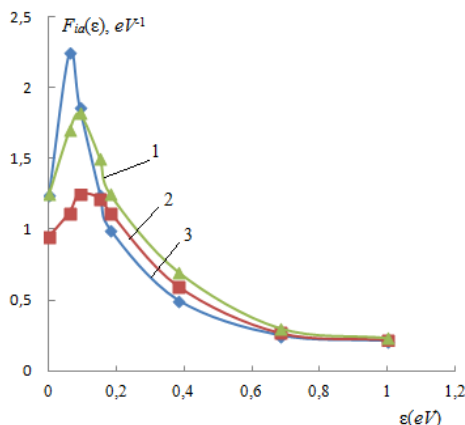
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi,
besti.orucova.99@gmail.com

İonların enerjilərə görə paylanma funksiyasının formasını aşkar edilməsinə aid müəyyən tədqiqat işləri görülmüşdür. Lakin həmin işlərdə plazmada yüklü zərrəciklərin yükötürmə prosesi nəzərə alınmamışdır. Odur ki, təqdim etdiyimiz işdə civə buxarının elektrik boşalmasında yükötürmə prosesini nəzərə alaraq plazmada ionların enerjiyə görə paylanma funksiyası tədqiq edilmişdir. Plazmada yükötürmə prosesi bütün ion cihazlarında baş verir və həmin prosesin öyrənilməsi halhazırda da aktualdır.

İonların enerjilərə görə paylanma funksiyasının formasını aşkar etmək üçün civə buxarının qövs boşalması plazmasında aşağı təzyiqdə ($p = 10^{-3}$ Tor) və $E/p \approx 400$ V/smTor-da bir tərəfi keçirici olan müstəvi zondun köməyi ilə $F_{ia}^n = f(\varepsilon)$ asılılığı ölçülmüşdür (şəkil 1). Həmin şəkildən göründüyü kimi enerji artdıqca, İPF-ın anizotropluğu daha da yüksəlir. Bu halda ən böyük anizotropluq enerjinin kiçik $\varepsilon=0,05$ eV qiymətində müşahidə edilir. Buna səbəb ölçmələrin güclü elektrik sahələrində aparılmasıdır. Qeyd edək ki, baxdığımız civənin müsbət ionları halında, $E/p \approx 400$ V/sm Tor qiymətində, ionların enerjisi 0,1 eV olduqda, İPF-ın formasını aşkar etmək üçün, Lejandr həddləri sırasında 7 həddin olması kifayət etmir.

Şəkil 1-dən göründüyü kimi $\Delta\varepsilon$ – aparat funksiyası artdıqca, İPF-ın forması və maksimumu dəyişmir. İonların enerjisi artdıqca, İPF-ın azalma sürəti ləngiyir. Paylanması izotropluğa və Maksvel paylanmasına yaxın olan İPF-ın maksimumu, yenicə yaranmış ionlar hesabına formalaşır. Həqiqətən də, yükötürmə prosesi yenicə yaranan ionların konsentrasiyanı formalaşdırır. Sürətli zərrəciklər dəstəsi misalı ilə bunu asanlıqla izah edə bilərik. Dəs-

tədəki zərrəciklərin sürəti yüksək olduqca, dəstənin saxlanması üçün konsentrasiyanın qiyməti kiçik olur.



Şəkil 1. Civə buxarı plazmasında müstəvi zond üsulu ilə ölçülmüş Hg^+ ionların enerjiyə görə paylanma funksiyasının enerjidən asılılığı: cərəyan sıxlığı $j = 100 \text{ mA/sm}^2$; təzyiq $p=10^{-3} \text{ Tor}$; $E/p = 400 \text{ V/smTor}$; normal atomların temperaturu isə $T_0 = 410 \text{ K}$. 1 – $\Delta\varepsilon = 0,1 \text{ V}$; 2 – $\Delta\varepsilon = 0,2 \text{ V}$; 3 – $\Delta\varepsilon = 0,05 \text{ V}$.

Nəticədə, E/p nisbəti artanda, İPF-nin aşağı düşmə sürəti yavaşlayır. Odur ki, İPF, $\varepsilon_0 \approx E/p_0\sigma$ parametri ilə təyin olunur və verilmiş halda qiyməti, ionların sürətinin yüksək olduğu güclü elektrik sahələrində təyin edilir. Burada σ – rezonans yükötürmə prosesinin effektiv kəsidir. Həmin şəkildən güündüyü kimi bütün hallarda İPF, maksimuma malikdir.

Beləliklə, İPF-i təsvir etmək üçün Lejandr sırasında həddlərin sayını baxdığımız üsulla təyin edə bilərik.

Ədəbiyyat

1. Мустафаев Ф.С., Грабовский А. Зондовая диагностика анизотропной функции распределения электронов в плазме. ТБТ, 2012. Т. 50, №6. с. 841.
2. Muradov A.Kh., Huseynov T.Kh. Noiseless Gaseous Discharge in Conic Tube and its Dynamic Properties. Radioelectronics and Communications Systems, USA, 2010. Vol. 53, No 9. p. 475–479.

Hg_{1-x}Mn_xTe-YARIMMAQNİT YARIMKEÇİRİCİ KRİSTALLARINDA İKİZONALI KEYN MODELİNDƏ ENERJİ SPEKTRİ

Dəmirov R.Y., Əliyev M.N.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
damirovraghib@gmail.com

Hg_{1-x}Mn_xTe bərk məhlulları yarımmaqnit yarımkeçiricilər ailəsinə daxildir və tərkibindən asılı olaraq normal zona quruluşlu ($x > 0,01$, İnSb tipli) və ya invers zona quruluşlu ($x < 0,07$, d – Sb tipli) ola bilər. x -dən asılı olaraq qadağan zolağının eni $E_g = 0$ -dan ($x=0,07$) keçərək dəyişir. Yəni yarımkeçirici halından ($x > 0,07$) yarımmetal halına ($x < 0,07$) və əksinə keçir. Başqa sözlə $x=0,07$ olanda $E_g = 0$ olur və fəza keçidi baş verir. Bu maddələrin əsas özəlliklərindən də biri odur ki, bunlarda keçiricilik elektronlarının spinləri ilə Mn ionlarının spinləri arasında mübadilə qarşılıqlı təsiri mövcud olur və demək olar ki, bütün fiziki proseslərdə bu qarşılıqlı təsir mühüm rol oynayır.

Təqdim olunan işdə ikizonalı Keyn modelində Şredinger tənliyinin həllindən elektronların və dəşiklərin qadağan zolağının enindən (E_g) asılı qeyri-parabolik enerji spektri tapılmış və araşdırılmışdır. Göstərilmişdir ki, qadağan zolağının eninin dəyişməsi ilə Hg_{1-x}Mn_xTe yarımkeçirici halından ($x > 0,07$) yarımmetal halına ($x < 0,07$) və əksinə keçir və hər halda uyğun enerji spektri alınır. Xüsusi halda $E_g \rightarrow \infty$ olanda keçirici elektronları və yüngül dəşiklər üçün parabolik spektr alınır.

Ədəbiyyat

1. Bastard G., Rigaux C., Guldner Y., Mycielski A., Furdyna J.K. and Mullik D.P. Phys.Rev B, 24, 1961, 1981.
2. Bastard G. and Lewiner C. Phys.Rev B, 20, 4256, 1979.
3. Furdyna J.K J. Appl.Phys 53, 7637, 1982

p-GaAs/n-Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Se_y HETEROKEÇİDLƏRİNİN KEÇİD SƏRHƏDDİNİN TƏDQIQI

Şükürlü R.H., Məmmədov V.U.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi (SABAH qrupları)
rreceba23@gmail.com

Sulu məhluldan elektrokimyəvi çökdürmə üsulu ilə alınmış p-GaAs/Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Se_y heterokeçidlərin keçid oblastının topoqrafiyasının daha dəqiq və geniş təsvir edilməsi məqsədi ilə, bilavasitə çökdürülmədən və müxtəlif rejimlərdə termik işlənmədən sonra onların keçid tutumunun xarici gərginliyin qiymətindən və tezliyindən asılılıqları tədqiq edilmişdir.

Ölçmələr keçidə tətbiq olunan dəyişən xarici elektrik sahəsinin 10 kHs tezliyində aparılmışdır. Əksər tərkibli nazik təbəqələr əsasında keçidlər üçün $C-n=f(U)$ asılılıqlarında $n \neq 2$, yəni bu heterokeçidlərin bağlayıcı təbəqəsinin sərhədi kəskin deyil. Bu nəticə öz növbəsində termik işlənməmiş heterokeçidlərin keçid oblastının tam formalaşmadığını, yəni keçid oblastında çoxlu sayda nano- heterokeçidlərin olduğunu bir daha sübut edir. Kontakta gətirilmiş p-GaAs və n-Cd_{1-x}Zn_xS_{1-y}Se_y materiallarının kristal qəfəs parametrlərinin qiymətləri biri-birinə yaxınlaşdıqca $C-n=f(U)$ asılılığının qrafikindəki ayrı-ayrı hissələr üçün n -nin qiyməti 2-yə yaxınlaşır və $x=0,9$; $y=0,8$ tərkiblərində $n=2,1$ qiymətini alır. Bu isə kontakta gətirilmiş materialların heterokeçidin komponentlərinin qəfəs parametrləri uzlaşma dərəcəsi artdıqca onların təşkil etdiyi p-n keçidin bağlayıcı təbəqəsinin sərhədinin kəskinləşdiyini deməyə imkan verir. $C-n=f(U)$ asılılığının qrafikində çox da dəqiq olmayan xəttiliyin müşahidə edilməsi və n -nin 2-dən az da olsa fərqlənməsi, kontakt komponentlərinin qəfəs parametrlərinin uzlaşmasına baxmayaraq, keçid oblastında hələ də defekt səviyyələrinin olduğunu göstərir.

Aparığımız təcrübi ölçmələr göstərir ki, arqon mühitində seçilmiş müəyyən rejimlərdə termik işlənmədən sonra $C-n=f(U)$

asılılığının xarakteri dəyişir. Bu zaman həm keçid tutumunun qiyməti azalır, həm də bağlayıcı təbəqənin sərhədi kəskinləşir. Arqon mühitində 300°C-də 15 dəqiqə ərzində termik işlənmədən sonra tədqiq etdiyimiz heterokeçidlərin volt-farad xarakteristikasında dəqiq $C-2=f(U)$ asılılığı müşahidə edilir. Lakin, termik işlənmə temperaturunun və müddətinin sonrakı artımında keçid-ətrafı oblastda neytral atomların və defektlərin ionlaşması ilə bağlayıcı təbəqənin sərhəddi yenidən pozulur – keçidin eni və tutumun qiyməti artır, yəni keçid dağılmağa başlayır.

Ədəbiyyat

1. Boukortt A., Abbar B., Abid H., Sehil M., Bensaad Z., Soudini B. Calculation of electronic and optical properties of the quaternary alloys $Zn_{1-x}Cd_xSySe_{1-y}$ // Materials Chemistry and Physics, v. 82, No 3, p. 911-920, 2003.
2. Abdinov A.Sh., Mamedov H.M., Mehdiyev N.M., Mamedov V.U. Preparation and mechanism of current passage in p-GaAs/n-Cd $_{1-x}$ Zn $_x$ S $_{1-y}$ Se $_y$ heterojunction // Azerbaijan Journal of Physics, v.XVI, № 2, p.51-54, 2010

NAZİK DİELEKTRİK TƏBƏQƏLƏRİN DEŞİLMƏ MEXANİZMİ

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

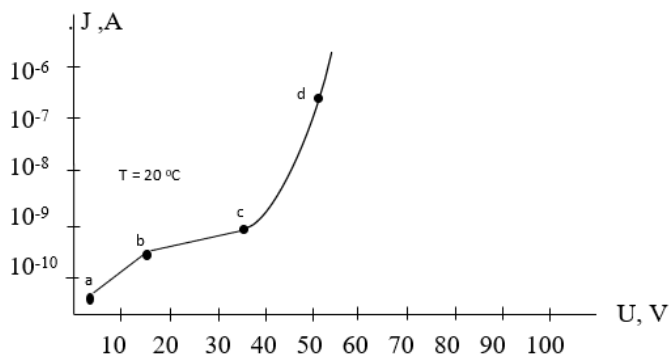
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
ramazanovabike333@gmail.com

Hazırda nazik təbəqəli mikroelektronikanın inkişafı ilə əlaqədar olaraq metal – dielektrik – metal (MDM) strukturlarının elektrik deşilmə mexanizmlərinin tədqiqi böyük maraq kəsb edir. Dielektrik təbəqələrin deşilməsi proseslərinin içərisində katoddan dielektrik təbəqəyə elektronların emissiyası mühüm rol oynayır. MDM strukturu xarici elektrik mənbəyinə qoşulan kimi strukturu təşkil edən metal təbəqələrinin səthlərindəki mikroçixıntılarında elektrik sahəsinin intensivliyi kifayət qədər böyük qiymətlər ($E \approx 109 - 1010$ V/mm) alır ki, bu da onların təpələrindən çoxlu sayda elektronların dielektrik təbəqəsinin daxilinə emissiya olunmasına səbəb olur. Nəticədə dielektrik oksid təbəqəsinin daxilində yükdaşıyıcıların konsentrasiyası və uyğun olaraq onun keçiriciliyi artmağa başlayır. Burada həm termoemissiya, həm də avtoelektron emissiyası hadisələri eyni zamanda baş verir.

Şəkildə impuls buxarlandırma üsulu ilə alınan Al – Zn_2O_3 – Al MDM strukturu üçün təcrübədə alınan Volt-Amper xarakteristikası göstərilmişdir. Xarakteristikadan göründüyü kimi, struktura tətbiq olunan gərginliyin kiçik qiymətlərində, demək olar ki, cərəyan gərginlikdən xətti asılı olaraq dəyişir (şəkildə ab hissəsi). Bu oblastda cərəyanın dəyişilməsi katodun səthindəki mikrotəpəcikliklərdən dielektriğin daxilinə elektronların emissiyası ilə əlaqədardır və Riçardson – Deşman düsturuna uyğun dəyişir. Gərginliyin qiyməti artdıqca cərəyanın gərginlikdən asılılığı yavaşlayır (bc hissəsi). Bu, katodun ətrafında mənfi həcmi yüklərin (MHY) yaranması ilə bağlıdır. Tətbiq olunan gərginliyin qiyməti artdıqca mənfi həcmi yüklər anodun sahəsi tərəfindən sorulur və struktur-dan keçən cərəyanın qiyməti kəskin artmağa başlayır (cd hissəsi). Cərəyanın qiyməti müəyyən böhran qiymətinə çatanda MDM

struktur deyilir və özünün birtərəfli keçiricilik xassəsini itirir.

Mikroelektronikada MDM strukturlarından çox kiçik ölçülü birtərəfli keçiriciliyə malik olan cihaz – diod kimi istifadə edilə bilər.



Şəkil 1. $\text{Al-Zn}_2\text{O}_3\text{-Al}$ nazik təbəqəsi ($d=0.4$ mkm) üçün VAX

Ədəbiyyat

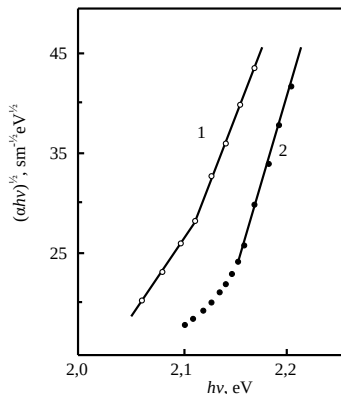
1. Воробьев Г.А., Мухачев В.А. // ФТТ. 13, №9, 2693.
2. Блинов Г.А. // ФТТ. 12, №8, 2487.
3. Davudov B.B. // BDU-nun xəbərləri. – S. 165.

TlGaSe₂ MONOKRİSTALINDA MƏXSUSİ VƏ AŞQAR UDMA

Cəfərli N.R., Həsənova L.H.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Fakültəsi
ludmilahasanova@mail.ru

TlGaSe₂ monokristalında məxsusi udmanı və məxsusi udma sərhəddinin xarakterini müəyyənləşdirmək üçün 300 və 77 K temperaturda eyni nümunənin müxtəlif qalınlıqlarında şəffaflıq əmsalları ölçülmüşdür. Udma əmsalı hesablandıqdan sonra $\alpha^{1/2} \sim h\nu$ asılılığı qurulmuşdur (şəkil 1).



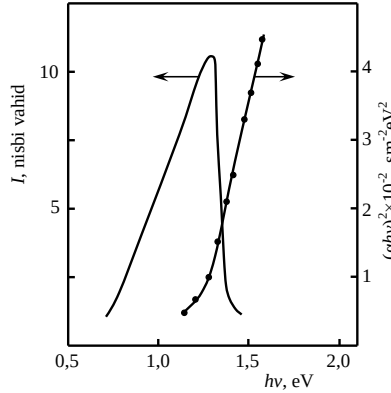
Şəkil 1. Müxtəlif temperaturlarda udma spektri: 1 – 300 K; 2 – 77 K

300 K temperaturda çıxarılan udma spektrindən qadağan olunmuş zolağın eni (2.03 eV) və fononların enerjisi hesablanmışdır (0.024 ± 0.002 eV).

Temperaturu 77 K-ə qədər azaldıqda uzundalğalı xətti hissə müşahidə olunmur. Bu verilmiş temperaturda fononların udmada iştirak etmədiyini göstərir. Hər iki temperaturda hesablanmış qadağan olunmuş zolağın eninin qiymətlərinə əsasən, qadağan olunmuş zolağın eninin temperatur əmsalı hesablanmışdır ($-1.8 \cdot 10^{-4}$ eV/dər).

Aşqar səviyyəsini öyrənmək üçün aşqarlanmış TlGaSe₂ kris-

talında $0,7 \div 25$ mkm oblastında infraqırmızı udma tədqiq olunur. $1 \div 20$ eV oblastında aşqar udma $\alpha \sim (h\nu - E_g - E_A)^{1/2}$ asılılığının köməyi ilə araşdırılmışdır. Alınmış xəttin absis oxunu kəsənə qədər ekstrapolyasiya etdikdə $E_g - E_A$ -nın qiyməti hesablanmışdır və 1.25 eV qiyməti tapılmışdır (şəkil 2).



Şəkil 2. Aşqarlanmış TlGaSe₂ kristalında aşqar udma və lüminessensiya spektri.

İcazə verilmiş düz keçidlərdən fərqli olaraq aşqar udma temperaturdan çox asılı olur. Bunu nəzərə alaraq ölçməni aparmadan əvvəl nümunələr 77 K temperaturda ≥ 10 saat müddətində qaranlıqda saxlanılır, bu şərt daxilində aşqar udmanı ölçmək olmur. Lakin nümunələri əvvəlcə $h\nu > E_g$ işıqla işıqlandırdıqda aşqar udma müşahidə olunur və zaman keçdikcə azalır. Bu isə onu təsdiq edir ki, təxminən qadağan olunmuş zolağın ortasında yerləşən aşqar səviyyəsi qaranlıqda ≥ 10 saat şərtində demək olar ki, boşdur. 77 K temperaturda həmçinin aşqar fotolüminessensiya müşahidə olunur.

Fotolüminessensiyanın spektral paylanması və 1.25 eV enerjiddə aydın maksimum müşahidə olunur (şəkil 2, 2 əyrisi).

Eu NADİR TORPAQ ELEMENTİNİN TlInSe_2 BƏRK MƏHLUL KRİSTALININ ELEKTRİK XASSƏSİNƏ TƏSİRİ

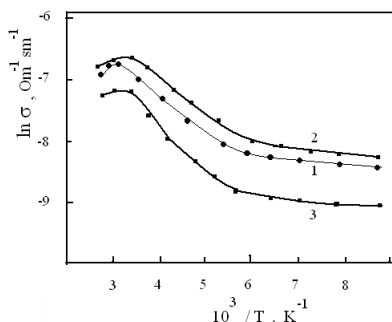
Rzayeva A.S., Nurullayev Y.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
aytacrzayeva.19n@gmail.com

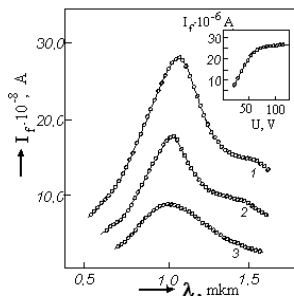
Kvant elektronikasının müasir sahələrindən biri praktik əhəmiyyətli dayanıqlı xassəli yarımkeçirici birləşmələrin alınması, tədqiqi və onların fiziki xassələrinin məqsədyönlü istiqamətdə idarə edilmə üsullarının müəyyən olunmasıdır. Belə mürəkkəb tərkibli birləşmələr materialların optoelektronikada, kvant elektronikasında və lazer texnikasında geniş istifadə perspektivliyi mövcuddur.

Bu sahədə $\text{A}^{\text{III}}\text{B}_2^{\text{III}}\text{C}_4^{\text{VI}}$ və $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{III}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ tipli üçqat birləşmələr xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu sahədə fundamental tədqiqatlar və praktiki araşdırmalar üçün əhəmiyyət kəsb edən $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{III}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ tip yarımkeçiricilər qrupuna daxil olan birləşmələrdən biri də TlInSe_2 bərk məhlul kristallarıdır. Müəyyən olunmuşdur ki, Dy element atomları daxil edilmiş $\text{TlIn}_{1-x}\text{Dy}_x\text{Se}_2$ bərk məhlul kristallarının elektrofiziki xassələri kəskin dəyişir. TlInSe_2 yarımkeçirici kristalların strukturunda dayaz və dərin tutma səviyyələri yaranır. Ona görə bu tip birləşmələr əsasında alınan bərk məhlul kristalları yaxın infraqırmızı şüalanma, rentgen, qamma, neytron şüalanmalarının detektorları, günəş enerji çeviriciləri, termoelementlər, yaddaşlı çeviricilər və s. kimi cihazlar işlənilib hazırlanmasında perspektivli materiallar sayılır.

Şəkil 1-dən görünür ki, $\text{TlIn}_{0,95}\text{Dy}_{0,05}\text{Se}_2$ -nin fotocərəyanın spektri dalğa uzunluğunun 0,4-1,6 mkm oblastını əhatə edir və $\lambda=1,1$ mkm-də intensiv maksimum qiymətə malikdir. Şəkildən görünür ki, şüalanmadan əvvəl 120÷160 K temperatur oblastında fotocərəyan temperaturdan asılıdır. Temperaturun sonrakı artımı zamanı fotocərəyanın aktivləşməsi müşahidə olunur və 320 K isə fotokeçiriciliyin azalması müşahidə olunur (1-əy.).



Şəkil 1. $\text{TlIn}_{0.95}\text{Dy}_{0.05}\text{Se}_2$ monokristallarında müxtəlif elektrik sahələrində fotocərəyanın temperaturdan asılılığı: 1 – 50; 2 – $3 \cdot 10^2$; 3 – $1.7 \cdot 10^3$ V/sm



Şəkil 2. $\text{TlIn}_{0.95}\text{Dy}_{0.05}\text{Se}_2$ monokristallarının fotokeçiriciliyinin müxtəlif şüalanma dozalarında asılılığı

Şəkil 2-də $\text{TlIn}_{0.95}\text{Dy}_{0.05}\text{Se}_2$ monokristalların fotokeçiriciliyinin temperatur asılılığı müxtəlif şüalanma dozalarında verilmişdir. $\Phi > 50$ krad şüalanma dozalarında fotokeçiriciliyin 100-400 K temperatur intervalında azalması müşahidə olunur.

Ədəbiyyat

1. Абасова А.З., Мадатов Р.С., Стафеев В.И. Радиационно-стимулированные процессы в халькогенидных структурах. Баку: Элм, 2010, 352 с.
2. Керимова Э.М. Кристаллофизика низкоразмерных халькогенидов. Б.: 2012.
3. Пашаев А.М. Фотолюминесценция наночастиц твердого раствора $(\text{Ga}_2\text{S}_3)_{0.95}(\text{Eu}_2\text{O}_3)_{0.05}$ // Журнал прикладной спектроскопии, – 2011, т.78, №2, – с.288-292.
4. Лампере М. А. Инжекционные токи в твердых телах. // М. Мир.1973.

NAZİK TƏBƏQƏLƏRİN QURULUŞ VƏ FİZİKİ XASSƏLƏRİNƏ OKSİGENİN TƏSİRİ

Musayeva R.M., Sərməsov S.N.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
musayev71@gmail.com

Darzonalı yarımkeçiricilər halında səthin xassələri və ətraf mühitlə qarşılıqlı təsiri yalnız PbTe və PbSe binar birləşmələr üçün öyrənilmişdir [1]. Göstərilmişdir ki, texnoloji oyuqda qalan oksigen qurğuşun halkogenlərinin səthində gedən kimyəvi proseslərdə iştirak edərək adsorbsiya olunması ilə güclü aşqarlanmış p-tip təbəqənin formalaşmasına səbəb olur. Göyərdilən yarımkeçirici nazik təbəqəsinin qalınlığı azaldıqca səthin təsiri artır və kiçik qalınlığa malik təbəqələrdə səth effektləri aparıcı rola malik olurlar. [2] işinə görə PbS nazik təbəqəsi göyərdildikdə $7.5 \cdot 10^{-7}$ mm.c.st təzyiqlərdə artıq oksigenin təbəqənin fiziki xassələrinə güclü təsiri baş verir. Qalınlığı 50 nm olan PbTe təbəqələri 0.05-0.25 nm/san sürəti ilə slüda altlıqlarında yetişdirilir. Göyərdilmə sürəti 0.1 nm/san olduq da, alınan təbəqələrdə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası $n \cong 10^{16} \text{ sm}^{-3}$ təşkil edərək, məxsusi konsentrasiya ilə uyğunluq təşkil edir. Göyərdilmə sürəti 0.1 nm/sanaz olduqda artıq alınan təbəqələr n-tip keçiriciliyə malik olurlar. Göyərdilmə sürətini tənzimləyərək elektronların $10^{16} \div 4 \cdot 10^{18} \text{ sm}^{-3}$ konsentrasiyasına malik dayanıqlı təbəqələr almaq mümkündür. Tədqiqatlarda texnoloji təzyiqinin iki intervalına ifrat yüksək vakuum, alçaqatmosfer təzyiqinə qədər baxılmışdır. Birinci halda sistemə xüsusi təmizlənmiş oksigen, ikinci halda isə hava buraxılır. Təcrübələr göstərir ki, $7.5 \cdot 10^{-10}$ mm. c. st. təzyiqlərdə elektronların konsentrasiyasında müəyyən azalma baş verir və bu $7.5 \cdot 10^{-7}$ mm.c.st. təzyiqi ətrafında daha çox hiss olunur. Kifayət qədər böyük təzyiqlərdə elektronların konsentrasiyası difuziya prosesi üçün xarakterik olan $n = t^{1/2}$ qanunu ilə azalır. Bu isə diffuziya prosesi üçün xarakterikdir. Bütövlükdə bu diapazon-

da oksigenin aşqarlayıcı təsiri mobil defektlər modeli ilə izah olunur. Bu modelə görə donor kimi özünü göstərən düyünlər arası Pb atomları həcmdən $10^{-4} \text{ sm}^2 \text{ s}^{-1}$ diffuziya əmsalına malik oksigenlə göyərdikdə onunla qarşılıqlı təsirdə olur. Oksigenin yapışma əmsalı səthdəki defektlərin konsentrasiyasından asılıdır. Həcmdəki bütün artıq qurğuşun atomları düyünlər aralığında səthə diffuziya edərsə səthdəki defektlərin konsentrasiyası maksimum azalar və bu səbəb dəndə oksigenin yapışma qabiliyyəti kəskin azalır. Nəticədə, həcmdəki bütün düyünlər arası qurğuşun atomları səthdəki oksigen atomları ilə birləşərək stabil birləşmə olan oksid əmələ gətirirlər, yəni aşağı təzyiqlərdə oksigenin adsorbsiyası dönməz prosesdir. Tamamilə fərqli hadisələr oksigenin yüksək təzyiqində yaranır. Təzyiqin artıq $7.5 \cdot 10^{-3} \text{ mm.c.st}$ qiymətində nümunələr p-tip keçiriciliyə malik olurlar. $n = 10^{17} \text{ sm}^{-3}$ (p), yükdaşıyıcıların yürüklüyü isə nəzərəcarpacaq qədər azalır. Belə hadisə ilkin konsentrasiyasından və əvvəlcə alçaq təzyiqlərdə oksigenlə aşqarlanmasından asılı olmayaraq bütün nümunələr üçün baş verir. Təzyiqin atmosfer təzyiqinə qədər artmasında akseptorların konsentrasiyası $3 \cdot 10^{18} \text{ sm}^{-3}$ -ə qədər artır.

Qurğuşun tellur və onun qalay tellurla bərk məhlulların 10^{-6} mm.c.st. təzyiqli vakuumda kondensasiyasında altlığa əsas maddənin molekulları ilə yanaşı oksigen molekulları da yapışaraq həm yükdaşıyıcıların konsentrasiyasını, həm də keçiricilik tipini dəyişdirə bilər. Burada təbəqədə həll olan oksigen molekullarının miqdarı yalnız göyərdilmə şəraitindən yox, həm də texnoloji oyuğa hava buraxıldıqda təbəqənin səthinə adsorbsiyasından asılıdır.

Ədəbiyyat.

1. 1-2. Yamini S.A., V.Patterson. Nonlinearity in Lead Chalcogenide (Pb Q, Q=Te, Se, S) Alloys. ACS Omega 2017, 2 (7), 3417

MOLİBDENİN (100) ÜZÜNDƏ BARIUM ATOMLARININ OPTİMAL ÖRTMƏ DƏRƏCƏSİNİN TƏYİNİ

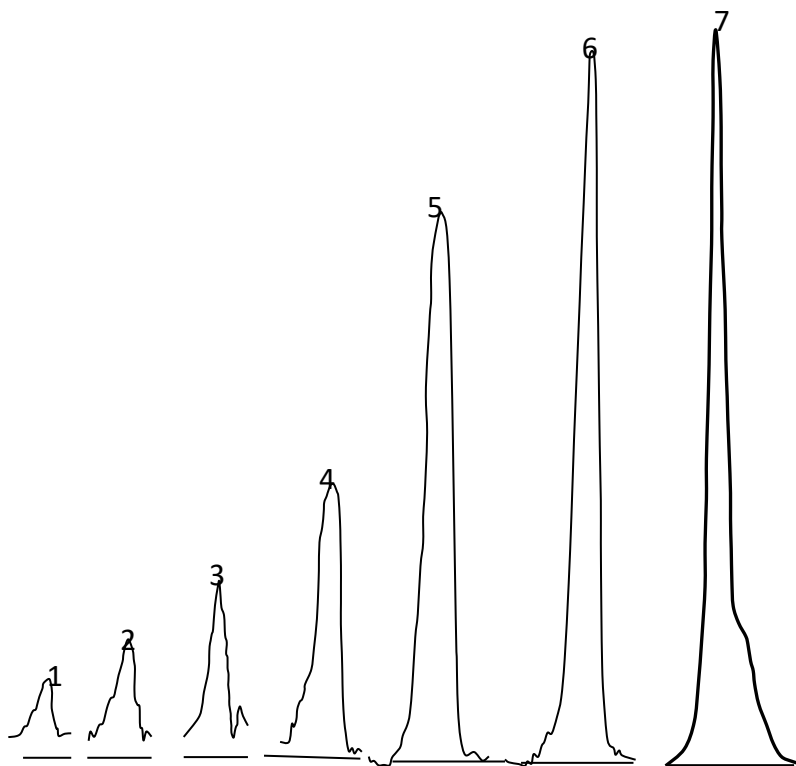
Məmmədova S.Q., Dadaşova V.V.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
semayemammedova1998@mail.ru

Bariumun monolaya uyğun konsentrasiyanı termodesorbsiya üsulu ilə dəqiq təyin etmək *Ba* atomlarının molibden səthindəki qrafit monotəbəqəsini interkalyasiya etmə effektindən, yəni *Ba* atomlarının özbaşına qrafit monolayının altına molibdenin səthinə dolmasından istifadə edilmişdir. Bunun üçün əvvəlcə məlum metodika üzrə molibden səthində qrafit monolayı alınmışdır [1, 2]. Sonra otaq temperaturunda səthində qrafit monolayı olan molibdenin üzərinə düşən *Ba* atomları seli, $N_{opt} = v \cdot t_{opt}$ ifadəsindən, məlum $N_{opt} = 4 \cdot 10^{14} \text{ sm}^{-2}$ qiymətlərinə görə təyin olunmuşdur və $v = (10^{11} \div 10^{14}) \text{ sm}^{-2} \times \text{san}^{-1}$ intervalında seçilmişdir. Molibden (100)-C sistemi *Ba* atomları selində müəyyən müddət ekspozisiya etdirildikdən sonra Ba^+ ionlarının termodesorbsiya spektri yazılmışdır. Ekspozisiya müddətini artırıdıqca Ba^+ ionları termodesorbsiya spektrinin sahəsi artmış və müəyyən ekspozisiya müddətindən sonra isə pikin sahəsi dəyişmir. Biz bunu *Ba* atomları monolayı kimi qəbul etmişik. Belə ki, Molibden (1001)-C sistemində *Ba* klasterləri və digər atom qruplaşmalarının yaranması az ehtimallıdır. Doyma alınması isə ikinci, üçüncü və s. *Ba* atomları laylarının yaranmamasını göstərir. Beləliklə monolaya uyğun pikin sahəsini dəqiq təyin etdikdən sonra molibden (100) səthində *Ba* atomlarının optimal örtmə dərəcəsi təyin edilmişdir və

$$\theta_{opt} = \frac{N_{opt}}{N_M} = 0,70 \pm 0,05$$

qiyməti alınmışdır.



Bariumun $\nu = 5 \cdot 10^{12} \text{ sm}^{-2} \text{ san}^{-1}$ selində müxtəlif gözləmə müddətləri üçün çıxardılmış TD spektrləri. 1. $t=3\text{s}$, 2. $t=6\text{s}$, 3. $t=15\text{s}$, 4. $t=30\text{s}$, 5. $t=60\text{s}$, 6. $t=90\text{s}$, 7. $t=1$ saat 15 dəq.

Ədəbiyyat

1. Оруджов А.К. Адсорбция и десорбция атомов самария на поверхности иридия и иридия, покрытого монослоем графита. Журнал «Физика металлов и металловедение». Екатеринбург, 2009, том 109, вып.1, с.58-62
2. Фоменко Ф.С. Эмиссионные свойства материалов. Киев, Наукова Думка, 1981, с.338

TlFeSe₂ NAZIK TƏBƏQƏSİNDƏ FAZAƏMƏLƏGƏLMƏ VƏ FAZA ÇEVİRİLMƏSİ

İsmayılzadə S.R., Məmmədova A.Ç.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
amamedova@inbox.ru

Heterogen nazik təbəqələrdə qarşılıqlı təsir və fazaəmələgəlmə prosesləri, kimyəvi elementlərin təbiəti və xüsusiyyətləri ilə yanaşı, onların alınma üsullarından da asılıdır. Yüksək dispersiyaya malik və nazik təbəqəli materiallarda fazaəmələgəlmə və faza çevrilməsi proseslərinin tədqiqi yüksək enerjili elektronların difraksiyası üsulu ilə mümkündür.

Fazaəmələgəlmə prosesinin tədqiqi iki üsulla aparılmışdır: Tl–Fe–Se sistemi komponentlərinin eyni zamanda və ardıcıl buxarlandırılması vasitəsilə. Nazik təbəqələr qismində müxtəlif tərkibli birləşmələrin alınması üçün [3]-də göstərilərək tətbiq edilən metoddan istifadə edərək UVP-4 qurgusunda termiki buxarlandırma üsulu ilə alınmışdır. Maddələrin buxarlandırılması, diametri 0.15 mm olan volfram məftildən hörülmüş konusabənzər spiralvari mənbələrdən həyata keçirilmişdir. Tallium və dəmir mənbələri, altıq qismində istifadə edilən monokristal daş duzlara nisbətən 70 mm hündürlükdə olmaqla bir-birlərindən 150 mm məsafədə yerləşdirilmişlər. Selen buxarlandırılan üçüncü mənbə, ilk iki mənbələrin tən ortasında olmaqla kondensasiya müstəvisindən 70 mm hündürlükdə olmuşdur. Vakuumin səviyyəsi $\sim 10^{-4}$ Pa, təbəqələrin qalınlığı isə ~ 30 nm təşkil etmişdir. Tl, Fe, və Se kimyəvi elementlərinin eyni zamanda buxarlandırılması kondensasiya müstəvisi üzərində iki amorf və bir ədəd FeSe₂ tərkibli kristallik fazanın yaranmasına səbəb olur.

FeSe₂ birləşməsinin nazik təbəqələrindən alınan elektronogramlar, periodları $a = 0.479$, $b = 0.578$, $c = 0.358$ FSQ Pnm [1]. olan rombik qəfəs əsasında bütövlüklə – tam olaraq indekslənilirlər. Qiymətləri: $S = 4\pi \sin\theta/\lambda = 20.15, 30.39, 40.29, 50.21$ nm-

1 olan birinci amorf fazanın termik işlənmədən sonra kristallaşması, tetraqonal polikristallik TlSe birləşməsinin formalaşmasına səbəb olur $a=0.802$, $c=0.700$ nm FSQ 14/mcm [2]. Amorf fazanın difraksiya mənzərəsi, sintez edilmiş maddənin buxarlandırılması nəticəsində alınan TlSe-nin amorf şəkili ilə xətlərin intensivlik baxımından da tam uyğunluq təşkil edir. Qiymətləri: $S = 4\pi\sin\theta/\lambda = 17.02, 29.09, 44.50$ nm⁻¹ olan ikinci amorf faza 453 K temperaturda TlFeSe₂ birləşməsinin monoklin qəfəsi əsasında kristallaşır.

Ədəbiyyat

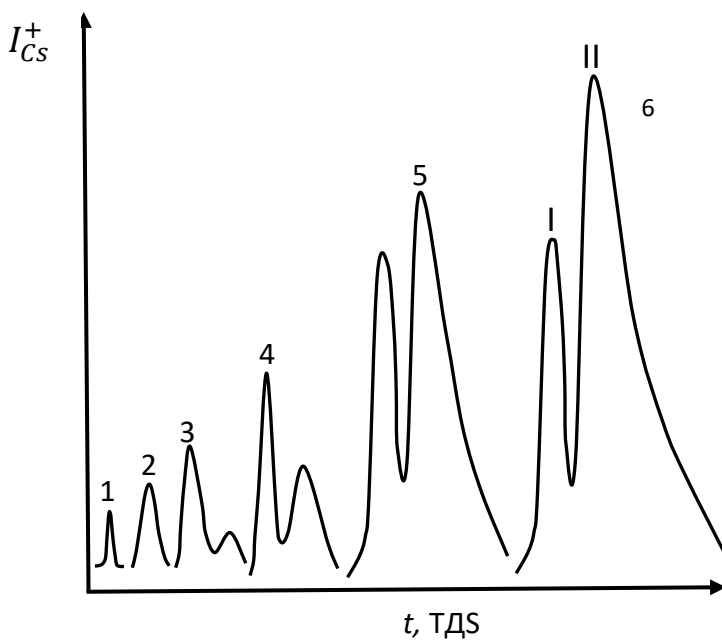
1. Cai J., Goliney I., Philpott M.R. //J. Phys. Condens. Matter., 2006, 18 p.9151–9160.
2. Əsgərov E.B., İsmayilov C.İ., Mehdiyeva R.N., Cabarov S.H., Mirzəyev M.N., Kərimova E.M., TlFeS₂və TlFeSe₂birləşmələrinin rentgenoqrafik və diferensial-termik analizləri «Fizikanın müasir problemləri» IX Respublika konfransı Bakı 2015, 1s.
3. Мамедова А.Ч., Керимова Н.К., Исмаилов Д.И., Багирова С.М. Кинетика фазовых превращений в тонких пленках CuIn₅Se₈ //Поверхность. Рентгеновские, Синхротронные и Нейтронные Исследования, 2016, №2 с. с.62-68.

SEZIUM ATOMLARININ QRAFİT MONOTƏBƏQƏSİ İLƏ ÖRTÜLMÜŞ RENİUMA DIFFUZİYASI

Nəcəfova Ş.Ş., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
nisesshahin@icloud.com

Yüksək vakuumlu kütlə spektrometrində ölçüləri $50 \times 1.5 \times 0.3$ mm³ olan qrafitlə örtülmüş reniumun üzərinə Knudsen kamera-sından göndərilən seziyum atomları sellərində müəyyən müddət gözlədikdən sonra termodesorpsiya spektrləri çəkildikdə seziyum atomlarının spektrləri müşahidə edilmişdir. Şəkildə bu spektrlərdən bir neçəsi verilmişdir. Bu spektrlərdən və seziyum atomlarının səthi ionlaşma cərəyanından istifadə edərək diffuziyanın kinetika-sı və energetikası tədqiq edilmişdir. $T=1800\text{K}$ temperaturda 3 saat ekspozisiya müddəti ərzində seziyum atomlarının konsen-trasiyası eyni şəraitdə kalium atomlarının konsentrasiyasından 2 dəfə az olur. Ekspozisiya vaxtını artırmaqla seziyum atomlarının konsent-rasiyasını artıraraq ion cərəyanının zamandan asılılığına əsasən seziyum atomlarının reniuma diffuziya enerjisi və əks diffuziya enerjisi təyin edilmişdir və uyğun olaraq $E_{p1}=6,10 \pm 0,05$ eV və $E_{p2}=7.05 \pm 0,10$ eV qiymətləri alınmışdır. Enerjinin qiymət-lərinin müxtəlif olması metal vakuum sərhəddində qeyri-simmet-rik potensial çəpərin mövcudluğunu göstərir. Belə ki, seziyum atomlarının interkallasiya (seziyum və ya digər atomların metalla qrafit monotəbəqəsi arasındakı boşluğa özbaşına daxil olması) oblastından reniumun həcminə diffuziyası seziyum atomunun reniumun həcmindən çıxması enerjisindən azdır. Bu fərq reniumla qrafit arasında yaranan ikiqat kontakt elektrik sahənin hesabına baş verir. Seziyum diffuziya enerjilərinin qiymətlərinin digər atom-ların (Cs, Ba, Na) diffuziya enerjilərindən kəskin fərqlənməsinin səbəbi həmin atomların ölçülərindən, elektron hallarından asılı olması ilə izah edilə bilər. Bu fakt seziyum atomları ilə doydurul-muş nümunədən ion seli mənbəyi kimi istifadə etməyə əsas verir.



Әдәбиyyат

1. Оруджов А.К. Модификация физических свойств иридия с поверхностной монослойной графитовой пленкой вследствие интенсивной диффузии атомов калия. Физика металлов и металловедение, 2011, том 111, № 6, с. 626–627.

GaTe MONOKRİSTALLARININ HOLL YÜRÜKLÜYÜNƏ γ-KVANTLARIN TƏSİRİ

Hüseynova İ.F., Abasova A.Z.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
ilahe5999@gmail.com

A₃B₆ tipli quruluşa malik olan GaTe monokristalı laylı quruluşa malikdir. Bu birləşmələr, əsasən, A-B-B-A təbəqəli quruluşa kristallaşır. Burada hər bir A atomu, 3B atomu ilə kovalent rabitə əmələ gətirir. Tədqiq olunan birləşməyə γ-şüalar ilə təsir edilmiş və həmin birləşmənin elektrik xassələrinə təsiri öyrənilmişdir. γ-şüalanma elektromaqnit şüalanması olub, nüvələrin bir enerji səviyyəsindən enerjisi az olan digər enerji səviyyəsinə keçməsi zamanı buraxılır. Şüalanma foton selindən ibarətdir. Bu fotonların enerjisi

$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda}.$$

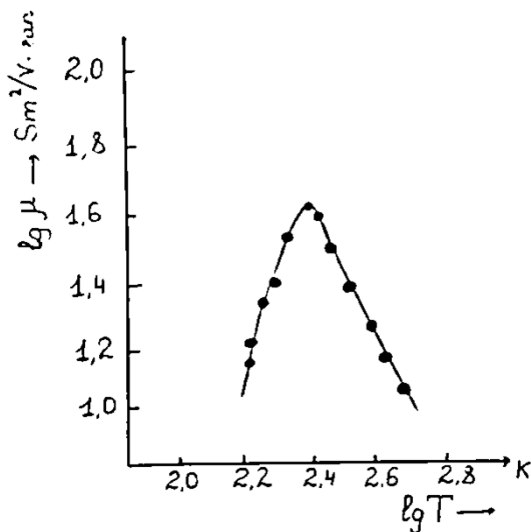
Maqnit və elektrik sahələrinin birlikdə yükdaşıyıcılara təsiri zamanı meydana gələn effektlərə qalvanomaqnit effektlər deyilir. Onlardan biri də Holl effektidir. Holl effekti vasitəsilə yarımkeçiricinin yürüklüyünü də hesablamaq mümkündür. Yürüklük vahid intensivlikli elektrik sahəsində elektronun aldığı dreyf sürətinə bərabər olan kəmiyyətdir.

$$\mu = \frac{v_{dreyf}}{E}.$$

Nümunəyə Holl effekti tədqiq olunmuş, yükdaşıyıcıların yürüklüyü təyin olunmuş və onun temperatur asılılığı qurulmuşdur. Bu asılılığa əsasən, səpilmə mexanizmi haqqında fikir söylənilmişdir. Şüalandırılmış nümunələrdə alınmış yürüklük əyrisi, şüalandırılmamış əyri ilə müqayisə olunmuşdur.

Beləliklə, aşağı temperaturlarda, yəni, 200K-dən aşağı temperaturda, əsasən aşqar ionlardan səpilmə, 200K-dən yuxarı tempe-

raturda işə akustik fononlardan səpilmə mexanizmi üstünlük təşkil edir.



Şəkil 1. GaTe monokristalında yürüklüyün temperatur asılılığı

Ədəbiyyat

1. Ахундов Г.А. Получение монокристаллов АІІІВVI и исследование их физических свойств. – Диссерт. Докт.физ.-мат.наук. Баку, 1967.-248 с.
2. Kazımsadə A.H., Salmanov V.M., Abasova A.Z., Həsənova L.H., Dadaşova V.V. АзВ₆-тип layvari kristalların elektrik xassələrinin xüsusiyyətləri. TPE-06 3rd Intem. Conference on Technical and Physical Problems in Power Engineering, Ankara, Turkiye, 2006, p.655-658

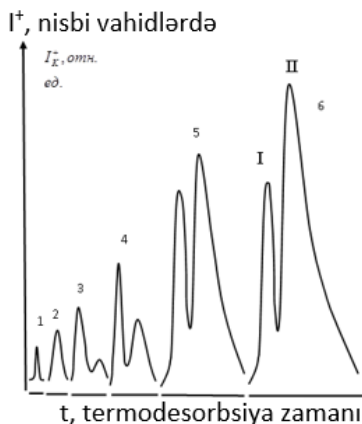
METAL TƏBƏQƏLİ SİSTEMLƏRDƏ QRAFİT MONOTƏBƏQƏSİNİN DİFFUZIYA ETDİRİCİ XÜSUSİYYƏTİ

Məhərrəmzadə N.B., Orucov A.K*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
nmeherremzade29@gmail.com

Qrafit monotəbəqəsinin diffuziya etdirici xassəsi aşkar olunduqdan sonra mexaniki, elektrik, kimyəvi, emissiya xassələri dəyişə bilən materialların hazırlaması istiqamətində geniş imkanlar yarandı [1, 2]. Məlumdur ki, ion mənbələri sürətləndiricilərinin, kütlə-spektrometrlərinin, ion mikroskoplarının, istilik nüvə sintezi və izotopların alınması üçün qurğuların və bir çox başqa qurğuların vacib elementidir.

Keçid metallarının səthində ikiölçülü qrafit monotəbəqəsinin əmələ gəlməsi heterogen kataliz, fiziki elektronika, vakuum və vakuum texnologiyası, fiziki metallurgiyanın bir çox ən mühüm proseslərini müşayiət edir. Belə bir təbəqə metalların adsorbsiya, katalitik və emissiya xüsusiyyətlərini kökündən dəyişdirir. Məsələn, heterogen dissosiativ katalizdə platin qrupuna aid metallardan katalizatorların səthində qrafit monotəbəqəsinin əmələ gəlməsi molekulların dissosiasiya effektivliyini üç-beş tərtib aşağı salır, mahiyyət etibarilə katalizatorların tam zəhərlənməsinə gətirib çıxarır.



Karbon metal səthinə müxtəlif yollarla daxil ola bilər: karbon atomlarını buxarlandırmaqla, çirkli karbonu kütlədən ayırmaqla, cihazlarda qalıq qazın tərkibindən karbon tərkibli molekulların səthində parçalanmaqla. Metalın səthində alınan qrafit monotəbəqəsinin diffuziya etdiricilik qabiliyyəti səthdə yaranan iki qat elektrik layı arasındakı elektrik sahəsinin təsiri ilə baş verir. Təmiz metalın, məsələn iridiumun çıxış işi 5.8 eV, qrafit monotəbəqəsi ilə örtülmüş sistemin çıxış işi isə 4,5 eV olur. Qrafit monotəbəqəsi ilə iridiumun səthi arasında $3,4 \text{ \AA}$ ölçüdə boşluq olur. Bu oblasda interkalyasiya oblastı deyilir. İnterkalyasiya oblasına düşən asan ionlaşan maddənin atomları iridiuma diffuziya edir. Atoma təsir edən qüvvə sadə hesablamalarla aşağıdakı kimi hesablanmışdır:

$$E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta d}, \quad F = -q \frac{\Delta\varphi}{\Delta d}$$

və bu qüvvə üçün $\sim 6,1 \cdot 10^{-11} \text{ N}$ qiyməti alınmışdır. İlk baxışda bu qüvvənin qiyməti çox kiçik görünsə də, yüklü zərrəciyə böyük təcil verə bilər. Hesab etmək olar ki, burada diffuziya həmin qüvvənin təsiri ilə baş verir.

Ədəbiyyat

1. Orudzhov A.K. Modification of the physical properties of iridium with a surface monolayer graphite film due to intense diffusion of potassium atoms. Journal «Physics of Metals and Metal Science». Yekaterinburg, 2011, volume 111, no. 6, p. 626–627.
2. Novoselov K.S., Geim A.K., et al. "Electric field in atomically thin carbon films," Science, vol. 306, no. 5696, pp. 666-669, 2004.

MOLİBDEN LENTİN SƏTHİNƏ ADSORBSİYA ETMİŞ BARIUM ATOMLARININ DİPOL MOMENTİNİN, EFFEKTİV YÜKÜNÜN VƏ POLYARLAŞMA ƏMSALININ TƏYİNİ

Paşayeva S.C., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
sonapaashaa@gmail.com

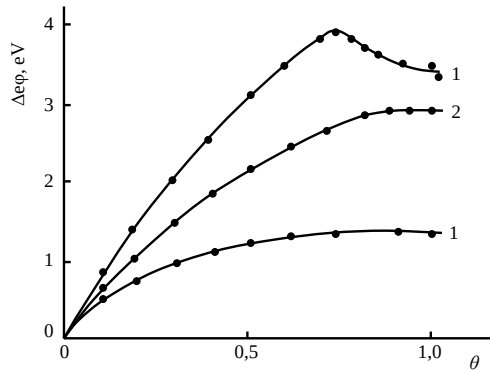
Çıxış işinin dəyişməsinin $\Delta\varphi$ adatomun dipol momentindən p -dən asılılığı Helmhols tənliyi ilə müəyyən edilir $\Delta\varphi = 4\pi pn$, n – adatomun səth konsentrasiyasıdır. $\Delta\varphi$ və n -in hesablanmış qiymətlərinə əsasən $\Delta\varphi = f(\theta)$ asılılığının qrafiki qurulmuşdur. Dipol momentinin vahidini debayla (1D), çıxış işinin vahidini voltlarla, səth konsentrasiyasını isə sm^{-2} ilə gətirdükdə səth örtüyünün kiçik $\theta \sim 0.05 - 0.03$ qiymətlərində izolə olunmuş barium atomunun dipol momentinin qiyməti üçün $p_0 \sim (3.8 - 4)D$ alınmışdır.

Əgər belə bir dipolun əmələ gəlməsi zamanı effektiv qolun uzunluğunu sərbəst barium ionunun r_i radiusuna $r_i = 1,48\text{\AA}$ bərabər olduğunu fərz etsək, onda dipolun yükü $2e$ deyil, təqribən $\sim 0,9e$ -yə bərabər olur. Səthdəki dipolların effektiv elektrik sahəsinin intensivliyi ümumi dipol momentindən və adatomların konsentrasiyasından aşağıdakı kimi asılıdır:

$$E = A^* n^{3/2} p,$$

burada A^* sabitdir və $A^* = 9,33$ -ə bərabərdir [1-3].

Depolarizasiyanın təsirini nəzərə alaraq, birinci yaxınlaşmada adsorbsiya edilmiş atomun ümumi dipol momenti üçün $n^{3/2} = f(1/p)$ asılılıq qrafiki düz xətt vermişdir. Alınan düz xəttin meyl bucağına əsasən polyarlaşma əmsalı α üçün $\alpha = 12,35 \cdot 10^{-24} sm^{-3}$ (polyarlaşma əmsalı üçün tapılan bu qiymət sərbəst barium atomunun polyarlaşma əmsalından kiçikdir ($\alpha_{Ba} = 62 \cdot 10^{-24} sm^{-3}$), p_0 üçün isə $4,3 D$ qiyməti alınmışdır. Qeyd edək ki, Mo(100)-Ba sistemi üçün çıxış işinin dəyişməsi mənfidir, ona görə də p -nin



Bariumun Mo- nin səthinə adsorbsiyası zamanı
 $\Delta\varphi$ örtmə dərəcəsiindən asılılığı

qiyməti də mənfidir. Bu xarici səth normalına görə dipol momentinin istiqamətini təyin edir. Belə dipolların təbəqəsi çıxış işinin azalmasına səbəb olur. Polyarlaşma əmsalının azalmasına gəldikdə isə, burada sərbəst atomun polyarlaşma əmsalını adsorbsiya etmiş atomun polyarlaşma əmsalı ilə eyniləşdirmək olmaz, belə ki, sonuncu metal altlığın və adsorbsiya edilmiş atomun xüsusiyyətlərindən də asılıdır.

Ədəbiyyat

1. Оруджов А.К. Адсорбция и десорбция атомов самария на поверхности иридия и иридия, покрытого монослоем графита. Журнал «Физика металлов и металло-ведение». Екатеринбург, 2009, том 109, вып.1, с.58-62
2. Фоменко Ф.С. Эмиссионные свойства материалов. Киев, Наукова Думка, 1981, с.338
3. Физические величины. Справочник, Москва, Энергоиздат, 1991, с.1232

ЭКСИТОННОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ В КРИСТАЛЛАХ InSe ПРИ ЛАЗЕРНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

Бахрамли Т.М., Салманов В.М.*

Бакинский Государственный Университет, Физический факультет
tbehremli@inbox.ru

В настоящей работе сообщаются экспериментальные результаты исследования спектров экситонного поглощения в кристаллах InSe при лазерном возбуждении.

Использованные в работе кристаллы InSe были выращены методом медленного охлаждения при постоянном градиенте температур. В качестве источника излучения использовался импульсный Nd: YAG лазер со встроенными генераторами 2-й и 3-й гармоник.

На рис.1, а представлена зависимость величины коэффициента пропускания монокристаллов InSe от интенсивности излучения. Наблюдается нелинейное поглощение в области экситонного резонанса и происходит просветление образца на указанной частоте излучения при высоких уровнях возбуждения (рис. 1, в).

Более детальное исследование просветления и динамики нелинейного поглощения света в области экситонного резонанса было проведено с использованием двухпучкового метода (рис.1, б).

На рис. 1,г приведены спектры поглощения кристаллов InSe для различных временных задержек между зондирующим импульсом и импульсом накачки.

На основании проведенных исследований можно утверждать, что в кристаллах InSe при высоких уровнях оптического возбуждения в области экситонного резонанса наблюдается нелинейное поглощение.

Длину экранирования можно определить по формуле:

$$L = \frac{\hbar}{2} \left(\frac{\pi}{3} \right)^{1/6} N^{-1/6} \frac{\varepsilon^{1/2}}{em^{1/2}}.$$

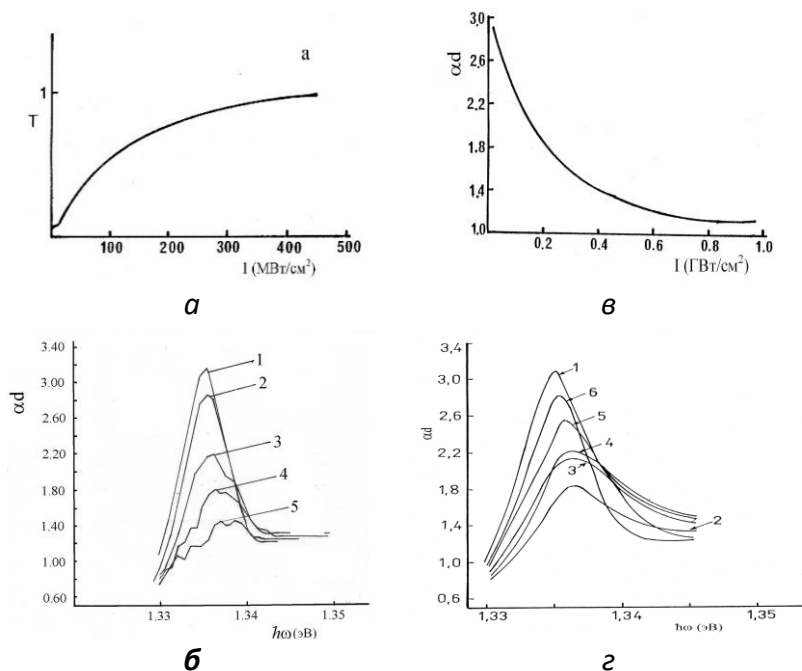


Рис. 1.

Литература

1. Гусейнов А.Г., Салманов В.М., Мамедов Р.М., Салманова А.А., Ахмедова Ф.М. Оптика и спектроскопия. 2017, т.123, № 6, с 871- 876.
2. Cingolani A. Mott transients in semiconductor. Sol.Stat.Commun.1985, v.35,p.1007-1013.
3. Гросс П.Свободные электроны в твердых телах.М.Мир, 1982, с. 35.

ÖRTÜKLÜ KATODLAR

Qasimova G.Ə., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
qasimovagulcan@gmail.com

Metalın çıxış işi onun səthinin təmizlik dərəcəsiindən, yəni səthlə adsorbsiya etmiş yad atomların olmasından asılıdır. Yad atomlarla səth arasında əlaqənin möhkəm və ya çox zəif (Van-der-Vaals qüvvələri) olması ilə əlaqədar olaraq kimyəvi və ya fiziki adsorbsiya fərqləndirilir. Metalın çıxış işi ϕ örtmə dərəcəsi adlanan θ kəmiyyətinin funksiyası olur. Səth yad atomların bir atom layı ilə tamamilə örtüldükdə 1 sm^2 -dəki yad atomların sayını n_1 , səth tədricən örtüldükdə 1 sm^2 -dəki yad atomların sayını n ilə işarə etsək, örtmə dərəcəsi $\theta = n/n_1$ olur. Səthində adsorbsiya etmiş yad atomlar layı olan katoda örtüklü katod deyilir. Örtüklü katodu, katodun və adsorbsiya etmiş atomların simvolu ilə işarə edirlər.

Katodun səthinə düşən atomların səthdə yükə malik ola bilməsi və müəyyən ehtimalla ion şəklində səthdən buxarlanması səthi ionlaşma adlanır və onun nəzəriyyəsini 1925-ci ildə Lenqümür vermişdir.

Adsorbsiya qüvvələrinin təsiri ilə səthə yaxınlaşan hər bir Th atomu polarlaşıb və elektrik dipoluna çevrilir. Bu dipolların əmələ gətirdiyi ikiqat elektrik layı çıxış işini azaldır. İkiqat laya müstəvi kondensator kimi baxsaq, onun əmələ gətirdiyi potensiallar fərqi $\Delta\phi = E \cdot \ell$ olar. $E = 4\pi\sigma$, $\sigma = q/S$, $q = N \cdot e$ qiymətlərini yerinə yazsaq və $p = e \cdot \ell$ dipol momenti olduğunu nəzərə alaraq $\Delta\phi = 4\pi np$ alırıq. Sonralar başqa örtüklü katodlarda da emissiyanın qeyri-bircinsli olması müşahidə olunmuşdur.

Örtüklü katodlarda çıxış işinin azalması ilə yanaşı A_p sabiti də azalır. Metalların içərisin ən kiçik çıxış işinə malik olan seziumdur.

Ədəbiyyat

1. Orudzhov A.K.//J. Phys. Met.&Met.Sci., 2009, V. 109, No 1, p.58-62

EFFECT OF SURFACE STRUCTURES OF POLYSILOXANE FILMS ON THE PERFORMANCE OF THE TRIBOELECTRIC NANOGENERATORS

Qasimov Q.S., ^{1,2}Gulahmadov O.G.*, ²Kim J.

¹Baku State University, Faculty of Physics

²Baku State University, Nanoscience Research Laboratory of the Center for Excellence in Research, Development and Innovation
qasimovqasim913@gmail.com

Triboelectric nanogenerators (TENG) are an effective and safe system for collecting electricity from various sources in everyday life – human mechanical movements, water waves and wind. TENGs are a system that can generate mechanical energy into electrical energy and are based on two physical processes, such as contact electrification and electrostatic induction. Micro and nano structures formed on the surface could affect the surface load density of the material. Thus, the surface structure of the materials used in the TENG could make large effect on its output performance. The creation of such structures also increases their contact areas. As a result, all these processes have a significant impact on the output parameters of TENG (voltage, current, surface load density of the material, output power, etc.) [1].

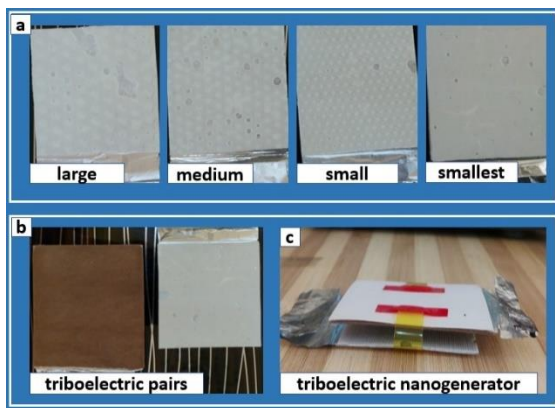


Figure 1. (a) description of structured polysiloxane layers (b) triboelectric materials (c) triboelectric nanogenerator

In the study, TENGs were created using nylon and structured polysiloxane films. The current and voltage graphs of TENG based on polysiloxane films of different sizes during the study are shown in Figure 2. As shown in Figure 2, as the size of the cones formed on the polysiloxane films decreases, the voltage value of TENG increases from 32V to 54V and the current value increases from 3.3μA to 5.8μA, respectively. It is clear from the results that the creation of surface structures and their smaller size have a positive effect on the performance of the triboelectric nanogenerator.

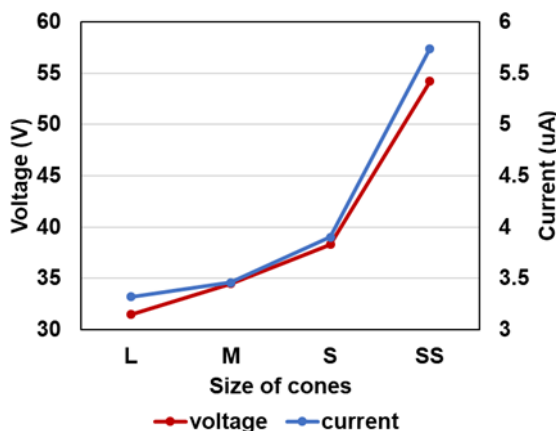


Figure 2. Voltage and current graphs of the triboelectric nanogenerator

References

1. Kim J., Gulahmadov O.G., Muradov M.B. Enhancement of performance of triboelectric generators by introduction of micro- and nano-structures on triboelectric films. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*. 2021, v. 32, p. 24661–24680

TRIBOELEKTRİK NANOGENERATOR VƏ ONUN ƏSASINDA SENSORLARIN HAZIRLANMASI

¹Həsənova G.B., ^{1,2}Güləhmədov O.G.*, ²Kim J.

¹Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Fakültəsi

²Tədqiqat, İnkişaf və İnnovasiyalar üzrə Mükəmməllik Mərkəzinin
Nanoaraşdırmalar Elmi-Tədqiqat laboratoriyası
hasanovagulshad@gmail.com

Müasir dövrdə elm və texnologiyanın inkişafı ilə bağlı olaraq minatür formalı portativ elektronik cihazların o cümlədən sensorların hazırlanması çox geniş yayılmışdır. Sensorlar gündəlik həyatda istifadə məqsədindən asılı olaraq müxtəlif parametrlərin təyini, məlumatların toplanması və analizi üçün geniş tətbiq imkanına malikdir. Xüsusilə idman sahələrində (futbol, voleybol, tennis, qolf və.s) müxtəlif mexaniki hərəkətlər nəticəsində xeyli miqdarda məlumat toplanılır və onun sonradan təhlili aparılır. Bunun üçün sensorların tətbiqi məlumatların toplanması, təhlili, analizi və ötürülməsi baxımdan olduqca aktualdır. Adi sensorlar yüksək texniki xərclərə, məhdud istifadə müddətinə və xaricdən enerji təhcizatına görə səmərəli deyildir. Belə olan halda bu tip sensorları yerindəcə fasiləsiz olaraq elektrik enerjisi ilə təmin edən sistemlərin yaradılması və inkişaf etdirilməsi prioritet istiqamət hesab olunur. Yeni növ enerji toplamaq strategiyasına və sadə işləmə mexanizminə malik triboelektrik nanogeneratorlar (TENG) bütün növ mexaniki hərəkətlərə uyğun enerjini elektrik enerjisinə generasiya etməklə bu məhdudiyyətləri aradan qaldırmaq potensialına malikdir[1].

Bu tədqiqat işində idman sahələrindən biri olan futbolda oyun zamanı topa endirilən zərbənin gücünü, topun sürətini və.s parametrləri müəyyən edə biləcək öz-özünü enerji ilə təmin edən sensor haqqında məlumat verilmişdir. 3D printer vasitəsilə diametrləri müxtəlif olan sferik formalı strukturlar çap olunmuşdur (1.75mm PLA Filament 0.5kg, Made in China). Şəkil 1-də hazırlanan strukturların sxematik təsviri əks olunmuşdur.

Beləki, futbol topunu iki yarım sfera şəkilində təsəvvür etsək, onda hər bir yarım sferanın daxilində alminium folqa onun üzərinə isə müxtəlif triboelektrik xassəli neylon və polisiloksan material çəkmək olar. Böyük həcmli topun daxilində isə kiçik həcmə malik top vardır. Bu topun səthinə isə başqa bir polimer material çəkilir. Mexaniki hərəkət zamanı kiçik topun üzərində olan polimer neylon və polisiloksanla təmasda olur və materialların səthində əks işarəli yükdaşıyıcıların əmələ gəlməsi baş verir. Biz isə əldə olunan elektrik siqnallarını simulyasiya etməklə müxtəlif parametrləri təyin edə bilərik.



Şəkil 1. a) topların sxematik təsviri, b) triboelektrik cütlər, c) 3D printerdə çap olunmuş toplar

Ədəbiyyat

1. Luo, Jianjun, Wenchao Gao, and Zhong Lin Wang. "The triboelectric nanogenerator as an innovative technology toward intelligent sports." *Advanced Materials* 33, no. 17 (2021): 2004178.

KVANT KOMPÜTERLƏRİN ÇOXZƏRRƏCİKLİ SİSTEMLƏRİN KVANT-MEXANİKİ HESABLAMALARINDA TƏTBİQİ

¹Pənahova L.F., ^{1,2}Güləhmədov O.G.*

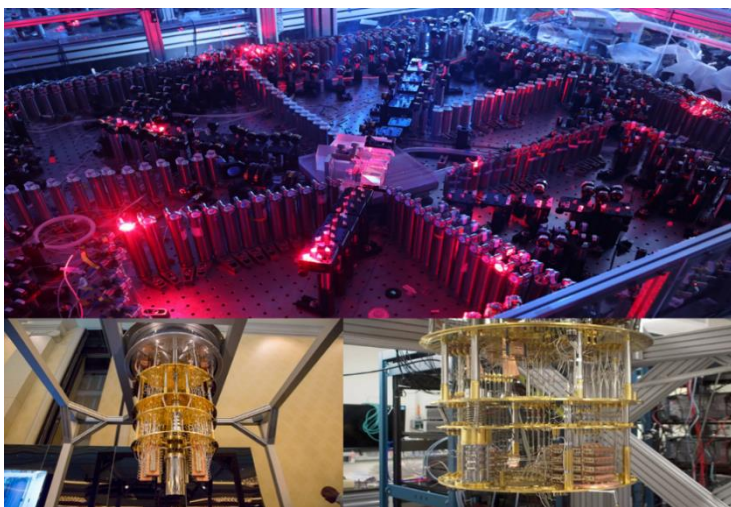
¹Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Fakültəsi

²Tədqiqat, inkişaf və innovasiyalar üzrə Mükəmməllik Mərkəzinin
Nanoaraşdırmalar Elmi-Tədqiqat laboratoriyası
leman.penahova01@gmail.com

Məlumdur ki, Şredinger tənliyi hidrogen atomu və hidrogenəbənzər ionlar üçün dəqiq həll olunur. Belə sistemlərdə elektron nüvənin yaratdığı mərkəzi simmetrik sahədə hərəkət edir. Bu isə Şredinger tənliyini dəqiq həll etməyə imkan verir. Hidrogenəbənzər atomlar və ionlar dedikdə mərkəzdə nüvə və onun ətrafında orbit boyunca fırlanan bir elektrondan ibarət sistem başa düşülür (H , He^+ , Li^{++} və.s) və belə sistemlər üçün dəqiq dalğa funksiyası məlumdur. İki və daha artıq elektron olan sistemlər məsələn atomlar, molekullar, nanohissəciklər və s. üçün isə Şredinger tənliyi dəqiq həll oluna bilmir və təqribi metodlardan istifadə olunur. Belə metodlar içərisində ən geniş yayılanı molekulyar orbitalar metodudur (MO). Bu metoda görə sistem və elektronun halı molekulyar orbital adlanan təqribi dalğa funksiyası ilə xarakterizə olunur. MO-ların ifadəsindəki naməlum əmsalları hesablamaq üçün çoxmərkəzli molekulyar integralların hesablanması tələb olunur. Bu məsələni yerinə yetirmək üçün kvant kompüterlərindən istifadə məqsədə uyğundur[1].

Kvant kompüterləri ilə çoxelektronlu sistemlərdə, molekullarda, nanohissəciklərdə və s. rahat və asan şəkildə kvant-mexaniki hesablamaları aparmaq olar. Bu hesablamaların köməyi ilə biz ümumilikdə sistem, onun minimal enerjisi, rabitə enerjisi və digər parametrləri haqqında məlumat əldə edə bilirik. Beləki, kvant kompüterləri vasitəsilə toplanan böyük məlumatların təhlili və ya simulyasiyası aparılır. Misal üçün belə deyə bilərik ki, inkişaf etmiş bir kvant kompüterinin köməyi ilə insan bədənini atom səviyyəsində simulyasiya etməklə orda baş verən problemləri

tapıb əldə olunan məlumatlara uyğun dərman preparatları hazırlamaq olar. Kvant mexaniki hesablamaların süni intellektdə tətbiqi yeni imkanlara səbəb ola bilər. Beləliklə, kvant kompüterlərindən əldə olunan çox böyük həcmdə məlumatların təhlili və analizi bizə əvvəlcədən sistem haqqında daha yaxşı proqnozlar və qərarlar qəbul etmək üçün yaxşı imkanlar vəd edir. Şəkil 1-də kvant kompüterlərinin sxematik təsviri əks olunmuşdur[2].



Şəkil 1. Kvant kompüterləri və onların quraşdırılması

Ədəbiyyat

1. Ahmadov A.I., Pashaev F.G., Bairamova D.B. and Gasanov A.G., 2019. Calculation of the Energy of the Interelectron Interaction in Molecules in a Basis of Slater Functions. Russian Physics Journal, 61(10), pp.1848-1854.
2. <http://global.chinadaily.com.cn/a/202012/05/WS5fcac383a31024ad0ba99e88.html>

КОГЕРЕНТНОЕ АНТИСТОКСОВОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА

Меняева А.Р., Касумова Р.Дж.*

Бакинский Государственный Университет, Физический факультет
alsu-menyayeva@mail.ru

Термин «нелинейная оптика» был предложен С.И. Вавиловым, который совместно с В.Л. Левшиным опубликовали еще в 1926 г. результаты экспериментов по уменьшению поглощения (просветлению) среды для интенсивного света[1]. Однако широкое развитие нелинейной оптики практически совпадает с появлением лазеров. С практической точки зрения нелинейно-оптические явления позволяют, прежде всего, преобразовать характеристики лазерного излучения – его частоту, угловую расходимость, длительность импульса и ширину спектра. С их помощью можно также диагностировать среду в условиях, когда методы «линейной» спектроскопии неэффективны (нелинейная спектроскопия), и целенаправленно изменять саму структуру среды. С другой стороны, эти явления ограничивают возможности повышения мощности лазерных систем из-за оптического разрушения среды. В задачи нелинейной оптики входит, как, теория изменения оптических свойств среды под действием излучения, так и, учет влияния такого изменения на характеристики распространяющегося в среде излучения..

Наряду с молекулярными спектрами поглощения и испускания, одним из методов изучения свойств молекул является комбинационное рассеяние света, его также часто называют рамановским в зарубежной литературе. Это явление экспериментально открыли в 1928 г. Раман и Кришнан, а также независимо Г.С. Ландсберг и Л.И. Мандельштам. Из спектров комбинационного рассеяния определяют частоты собственных колебаний молекул и их моменты инерции, получают информацию о структуре молекул и структурных изменениях,

проводят анализ сложных смесей и т. д. Значение метода КРС и его чувствительность сильно выросли после создания лазеров, и особенно лазеров с перестраиваемой частотой.

В поле мощного лазерного излучения возникает новый эффект — вынужденное комбинационное рассеяние света (ВКР) [3]. Падающий на молекулярную систему свет считается слабым, если его энергия взаимодействия с молекулой мала по сравнению с энергией теплового движения. Благодаря совершенствованию перестраиваемых лазеров в последние годы развиты новые высокочувствительные методы исследования молекул. Один из них — метод когерентного антистоксова рассеяния света (КАРС) [3]. Он основан на нелинейном взаимодействии двух лазерных пучков в рассеивающей среде. Частота лазерных лучей подстраивается таким образом, чтобы их разность совпадала с частотой колебаний молекулы. В результате нелинейного взаимодействия двух пучков заселенность верхнего уровня возрастает, поэтому интенсивность антистоксовой линии в спектре почти на пять порядков оказывается больше, чем в случае обычного КРС. Частота антистоксова сателлита определяется законом сохранения энергии. В работе [4] проведено исследование КАРС в более корректном приближении заданной интенсивности [5]. Предложены условия повышения эффективности преобразования.

Литература

1. Ландсберг Оптика, - М. Наука, 1976.
2. Бломберген Н. Нелинейная оптика. — М.: Мир, 1966.
3. Shen Y.R. Principles of Nonlinear Optics, Wiley, New York, 1984
4. Касумова Р.Дж., Керимова Н.В., Сафарова Г.А. Фазовые эффекты при когерентном антистоксовом рассеянии света. Журнал прикладной спектроскопии, 2021, т. 88(1), 17-24

BORU BOYUNCA DƏYİŞƏN PAYLANMIŞ TUTUMUN İONLAŞMA DALĞASININ YAYILMASINA TƏSİRİ

Kazımova N.N, Ağayev M.N.*

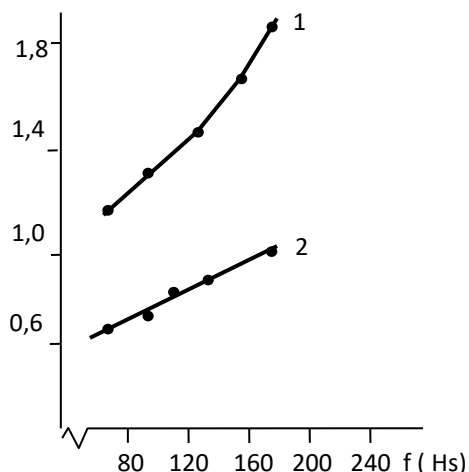
Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
kazmova12@gmail.com, agaevm50@mail.ru

Uzun boşalma aralıqlarının alışma prosesi geniş yayılmış fiziki hadisədir. Belə alışma zamanı qazda ionlaşma cəbhəsinin hərəkəti baş verir. Bu hərəkət paylanmış tutumun yüklənməsi ilə müşahidə olunur. Dalğa keçiriciliyinin tədqiqi son zamanlar xüsusi aktualıq kəsb edir, bu hadisənin öyrənilməsi yeni təcrübi əhəmiyyətə malikdir. Bu hadisədən lazer texnikasında, subnanosaniyəli impulsların plazma generatorları kimi geniş tətbiq sahələrinə istifadə olunur.

İşdə dəyişən tutumlu uzun borularda ionlaşma dalğasının yayılması öyrənilir. Elektrodlar arası məsafəni 90 sm və 0,3mm.c.st. təzyiqində arqonla dolu, daxili diametri 32 sm olan şüşə qaz boşalmalı boruda təcrübə aparılmışdır. Qaz boşalması borusunda, borunun uzunluğu boyunca alüminium nazik metal təbəqəsindən hazırlanmış uzunluğu 3sm, aralarındakı məsafə 1sm olan halqalar yerləşdirilib. Halqalar ilə boru arasında $2 \cdot 10^{-4}$ -dən $1,08 \cdot 10^{-2}$ m qalınlığa qədər dielektrik lövhələr yerləşdirilmişdir. Nəticədə 14 halqanın köməyi ilə tutum bərabər ölçüdə monoton olaraq boru boyunca paylanır. Adətən ionlaşma dalğası öyrənilən zaman borunun vahid uzunluğuna düşən C_0 tutumu sabit qəbul olunur. Lakin təcrübə göstərir ki, boşalma aralığı boyunca tutum dəyişəndə ola bilər. Bizim işdə deşilmə dalğasının dinamikası boru boyunca tutumun xətti paylanması tədqiq edilmişdir. Bu zaman C_0 tutumunun qiyməti borunun əvvəli ilə sonu arasında 20 dəfə fərqlənir.

Boru boyunca dəyişən paylanmış tutumun ionlaşma dalğası cəbhəsinin v sürətinə təsirini təyin etmək üçün, boru boyunca paylanmış tutumun müxtəlif istiqamətində ionlaşma cəbhəsinin borunun müxtəlif məsafələrindən keçmə zamanının tipik qrafikinə meylinin xətti olması müəyyənləşdirilmişdi. Sürət xəttin me-

yil bucağı ilə təyin edildiyindən, boru boyunca sürətin sabit qalmasını göstərir. Yalnız alışdırıcı elektroda verilən gərginliyin qiymətindən aslı olaraq bir necə fiksə olunmuş qiymət alır. Bu fakta əsasən belə nəticəyə gəlmək olar ki, dalğanın sürəti əsasən boşalma rejimi ilə müəyyən olunur.



Şəkil 1. Sürətin alışdırıcı elektroda verilən siqnalın tezliyindən asılılıq qrafiki: Arqon, $P = 0,35$ Tor. 1 – $U = 1000$ V ; 2 – $U = 800$ V

Şəkil 1-də arqon qazı üçün ionlaşma cəbhəsinin sürətinin tezlikdən və alışdırıcı elektroda verilən gərginliyin sabit qiymətində asılılığı göstərilmişdir. Boşalma aralığını xarakterizə edən parametrlər sürətin alışdırıcı gərginlikdən asılı olaraq artmasına görə təyin olunur. Alışdırıcı elektrodun gərginliyinin artma sürəti bir-başə cəbhə sürəti ilə təyin edilir.

Ədəbiyyat

1. Sadıqzadə G.M., Ağayev M.N. «Tutumu qeyri-monoton dəyişən uzun boşalma borusunda ionlaşma dalğasının tədqiqi» Fizikanın müasir problemləri VII Respublika konfransı, 2013, c.159 – 161.
2. Недоспасов А.В. « О влиянии продольного магнитного поля на электрический пробой газа в длинных трубках» инженерная физика. 2012 № 9. ст. 35 – 38

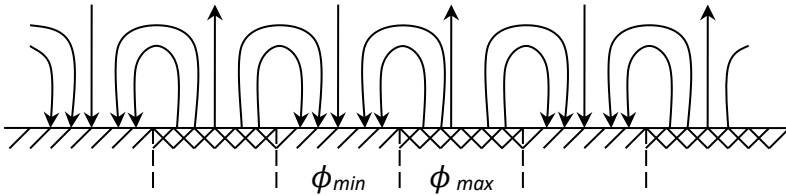
ÇIXIŞ İŞİNƏ GÖRƏ QEYRİ BİRCİNS EMİTTERLƏRDƏN TERMÖELEKTRON EMİSSİYASI

Əlizadə M.Ə., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
surethetemov10@gmail.com

Real emitterlərin (katodların) səthləri çıxış işinə görə qeyri-bircins olurlar.

Səthin elektron emissiyasının lokal parametrləri ilə bu parametrlərin təcrübi tapılmış ortalasılmış qiymətləri arasındakı əlaqəyə baxaq. Hesablama apara bilmək üçün səthin diskret ləkələr modelinə baxaq. Belə hesab edək ki, i -ci ləkə hüdudunda çıxış işi ϕ_i , Riçardson sabiti $A_{p_i} = A_0 \bar{D}_i$ olur və növbəti ləkəyə keçdikdə bu kəmiyyətlər sıçrayışla dəyişirlər. Ləkələrin çıxış işlərini $\phi_{\max}$ və $\phi_{\min}$ işarə edək. Çıxış işi $\phi_{\min}$ olan ləkələrin üzərində elektron emissiyasına mane olan əlavə ΔU_k potensial çəpər yaranır. Ləkələrin elektrik sahəsi hüdudunda $x \geq d$ müstəvisində Fermi səviyəsindən hesablanmış çıxış işi müəyyən $\bar{\phi}$ qiymətinə malik olur.



Termoelektron emissiyası sabitlərinin orta qiymətləri olan A_p^* və ϕ_p^* Riçardson qrafiklərindən $\ln(J_0/T^2) = f(1/T)$ asılılığından təyin olunurlar.

$$A_p^* = \frac{1}{s} \sum_i s_i A_{p_i} \exp \left[-\frac{e(\phi_i - \phi_p^*)}{kT} \right] \quad (1)$$

$$\phi_p^* = -\frac{d}{d(1/T)} \ln \frac{J_0}{T^2} = \frac{e}{k} \cdot \frac{\sum_i \phi_i J_i}{\sum_i J_i} \quad (2)$$

alarıq. Buradan görünür ki, qeyri-bircins emitterin effektiv çıxış işi cərəyana görə ortalaşmış olur. Bundan başqa $\phi^*(T)$ asılılığına adsorbsiya nəticəsində yaranan və T-dən asılı qeyri-bircinslik böyük təsir göstərə bilər. Beləliklə, verilmiş qeyri-bircins katod üçün temperaturun eyni qiymətində aşağıdakı nəticəyə gəlmək olur:

1. $A_p^* > A_0$ olduqda $\phi_p^* \geq \phi_{pt_{min}}^*$;
2. $A_p^* = A_0$ olduqda $\phi_p^* \approx \phi_{pt}^*$;
3. $A_p^* < A_0$ olduqda $\phi_p^* < \phi_{pt}^*$

olur.

Ədəbiyyat

1. Оруджов А.К. Адсорбция и десорбция атомов самария на поверхности иридия и покрытого монослоем графита. Физика металлов и металловедение. Екатеринбург 2009, том 109, вып. 1, с. 56-58.
2. Зенгуил Э. Физика поверхности. М.:Мир, 1990, 536 с.

RİÇARDSON ÜSULU İLƏ İRİDİUM LENTİN ÇIXIŞ İŞİNİN TƏYİNİ

Rəhimli Z.İ., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
rehimlizerife675@gmail.com

Diod lampasında anodla katod arasındakı gərginliyi artırıdığca əvvəlcə termoelektron emissiya cərəyanı qeyri-xətti qanun üzrə artır ($J \sim U^{3/2}$) və gərginliyin müəyyən bir qiymətindən sonra doyma cərəyanı alınır. Doyma cərəyanının nəzəri hesablanmasına baxaq. Sürətləri toplananları

$v_x, v_x + dv_x, v_y, v_y + dv_y$ və $v_z, v_z + dv_z$ intervallarında olan elektronların konsentrasiyasını $dn_{x,y,z}$ ilə işarə edək. Bu elektronların x oxu boyunca səthə düşən seli

$$dv_{x,y,z} = v_x dn_{x,y,z} \quad (1)$$

olar. Aydındır ki, metaldan elə elektronlar çıxacaq ki, onlar üçün

$$\frac{mv_x^2}{2} \geq W_a \quad (2)$$

şərti ödənilsin. Kvant mexanikasına görə enerjisi potensial çəpəri keçmək üçün kifayət edən elektronların heç də hamısı metalı tərk edə bilmir. Bunu nəzərə almaq üçün elektronların enerjisindən asılı olan potensial çəpərin şəffaflıq əmsalı adlanan D kəmiyyəti daxil edirlər. D -nin enerjidən asılılığı məlum olmadığından onun orta qiymətini yazaraq, (2) şərti ödənildikdə metalı tərk edən elektron seli üçün (1)-dən

$$v = \bar{D} \int v_x \cdot dn_{x,y,z} \quad (3)$$

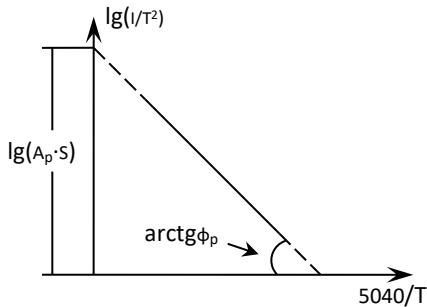
alırıq. Fermi-Dirak statistikasına görə

$$dn_{x,y,z} = \frac{2m^3}{h^3} \cdot \frac{dv_x dv_y dv_z}{e^{\frac{m(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2) - W_f}{2kT}} + 1} \quad (4)$$

olur. (4) ifadəsini (3)-də yerinə yazaraq cərəyan sıxlığı üçün

$$j = ev = \bar{D} \frac{2em^3}{h^3} \int_{v_x=-\sqrt{\frac{2W_0}{m}}}^{v_x=+\infty} \int_{v_y=-\infty}^{v_y=+\infty} \int_{v_z=-\infty}^{v_z=+\infty} v_x \frac{dv_x dv_y dv_z}{e^{\frac{m(v_x^2+v_y^2+v_z^2)-W_f}{2kT}} + 1}$$

alırıq. Onda $j = A \cdot T^2 \cdot e^{-\frac{\chi}{kT}}$ olar.



Şəkil 1

Adətən çıxış işi eV vahidi ilə ölçüldüyündən $\chi = e\phi$ yazmaq əlverişli olur. Harada ki, ϕ çıxış potensialıdır və çox vaxt elə çıxış işi adlanır. Termoelektron emissiyası cərəyanı

$$J = j \cdot s = A \cdot s \cdot T^2 \cdot e^{-\frac{e\phi}{kT}}$$

olur. Zommerfeld sabitindən fərqli olaraq A_p bütün katodlar üçün universal deyildir. A_p və ϕ_p -i təyin etmək üçün $lg J/T^2 = f(5040/T)$ asılılığının qrafikini qururlar. Bu xətti asılılığın ordinat oxundan kəsdiyi parçaya görə $lg|A_p \cdot s|$, absis oxu ilə əmələ gətirdiyi bucağın tangensinə görə isə ϕ_p təyin edilir. Bu üsulla iridium lentin çıxış işi üçün 5,8 eV qiyməti alınmışdır.

BÖLMƏ 4

FİZİKANIN TƏDRİSİ METODİKASI

ŞƏXSİYYƏTYÖNÜMLÜ TƏLİMDƏ ŞAĞIRDLƏRDƏ MƏNTİQİ TƏFƏKKÜRÜN İNKİŞAFI

Babayeva H.R., Qarayev E.S.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
amidovah@gmail.com

Müasir təhsil şagirdlərə təkcə bilik verməyi deyil, onlarda müəyyən bacarıq və vərdişlərin inkişaf etdirilməsini də tələb edir. Şagirdlərin şəxsiyyət kimi formalaşmasında təfəkkürün inkişafı çox mühüm amildir. Təlim prosesində müəllimin peşəkarlığının əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, şagirdlərin idrak fəallığını artırır, onları düşündürür, müstəqil qərarlar çıxarmağa yönəldir. İdrak, təfəkkür insana xas olan mühüm keyfiyyətdir. O, ilk növbədə şəxsiyyətin bütün sahələrini əhatə edərək, onun fəaliyyətini tənzimləyir.

Məntiqi təfəkkür hər yerdə lazım olan vərdişdir. Məntiq-hər bir insanın düzgün düşünə bilməsi və ağıllı nəticə çıxarmasıdır. Verilən sualların cavabları məntiqin özüdür. Məntiq şagirdlərin təfəkkürünü inkişaf etdirməyə, onların düşünmə qabiliyyətlərinin və intellektual səviyyələrini yüksəltməyə, bilik və bacarıq vərdişlərinin daha məzmunlu, ətraflı formalaşmasına, müstəqil fikir yürütməsinə xidmət edir. Müəllim şagirdlərdə idrak fəallığı yaradaraq motivasiya, mövzuya uyğun düzgün seçilmiş təlim üsulları, iş formaları, özü də məntiqin, təfəkkürün inkişafına xidmət edir.

Şəxsiyyətyönümlü təlim – müəllim və şagirdin şəxsi keyfiyyətlərinin maksimum üzə çıxarılması və inkişaf etdirilməsi, bilik, bacarıqlarının möhkəmləndirilməsinə yönəlmiş bir iş sistemidir. Bu cür təlimdə şagirdlərin hərtərəfli, sərbəst və yaradıcı inkişafı əsas məqsəd kimi qarşıya qoyulur. Müəllim şagirdlərə müəyyən biliklər verməsi ilə bərabər, həm də onlara öyrənməyi öyrətmək,

əldə etdiyi informasiyalardan istifadə etmək bacarığını aşılmalıdır. Müəllim və şagird bu təlim prosesində bərabərhüquqlu üzvlərdir. Sınıfdə hər bir şagird özünü bərabərhüquqlu şəxsiyyət kimi dərk edir, yoldaşlarını şəxsiyyət kimi görür və özünə, onlara hörmət etməyə başlayır.

Şəxsiyyətyönümlü təlimdə müəllimin rolu çox böyükdür. Müəllim diskussiyanı idarə edir, köməkçi suallar verir, şagirdlərdə tənqidi fikirləri, öz-özünə nəzarəti, özünüqiymətləndirməni, müstəqilliyi və s. keyfiyyətləri üzə çıxarır. Şagirdlərin fəallığına çalışmaq, onların suallarını özlərinin cavablandırmasına və qarşılıqlı dialoqların qurulmasına üstünlük vermək daha məqsədəuyğundur.

Şagirdlərin tədqiqat aparması müasir dərsin ən böyük üstünlüklərindən biri olsa da, bu onların axtarıcılıq və tədqiqatçılıq bacarıqlarını inkişaf etdirir. Şəxsiyyətyönümlü təlim şagirdlərin idrak, yaradıcılıq, tədqiqatçılıq qabiliyyətlərini və fənlərə marağını artırır. Nəticədə təlim-tərbiyə prosesində şagirdlərin fəallığını yüksəldir, psixoloji gərginliyi azaldır.

Beləliklə, şəxsiyyətyönümlü təlim prosesi – bir şagirdin fərdi nümayiş etdirməyə, özünü qiymətləndirməyə, sərbəst bilik və bacarıq əldə etmək, bu bilikləri onun üçün maraq kəsb edən və müxtəlif fəaliyyət sahəsində tətbiq etməyə haqlı olduğunu qəbul etməsidir. Şəxsiyyətyönümlü təlim forması şagird üçün həyat dərslərinə, şəxsi inkişaf və həyatı problemlərin həlli üçün bir vasitəyə – açara bənzəyəcək. Çünki təlim prosesində şəxsiyyətyönümlülük şagirdin şəxsiyyətinin öyrənilməsidir.

Şagird şəxsiyyətinin formalaşmasında fənnlərin integrativ şəkildə öyrənilməsində, milli və bəşəri dəyərlərin mənimsənilməsində mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

TƏLİMİN MÜASİR PRİNSİPLƏRİNİN SİNİFDƏNXARİC İŞLƏRİN TƏŞKİLİNDƏ ROLU

Məmmədova E.X., Rəhimov R.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
mmmdovaelnaz@gmail.com

Fizika tədrisinin effektiv şəkildə həyata keçirilməsi üçün sinif-dənxaric işlərin xüsusi əhəmiyyəti vardır. Bu zaman şagirdlərin fizikaya marağı artır, bilikləri qalıcı olaraq dərinləşir, müstəqil işlərə öz biliklərini tətbiq edir, onu həyatla əlaqələndirməyə kömək edir, onlarda yaradıcı aktivliyi artırmaqla, təcrübə qoymaq, müstəqil işləmək bacarığı formalaşır. Fizikanın tədrisində olduğu kimi sinifdənxaric işlərin aparılması zamanı müasir təlimin əsas prinsiplərinə əməl edilməlidir. Aydındır ki, sinifdənxaric işlər şagirdlərin müstəqilliyi, yaradıcılıq və təşəbbüskarlığını inkişaf etdirməyə kömək edir. Bu zaman müasir təlim prinsiplərinin üçü təlim prosesində özünü büruzə verir:

- şəxsiyyətə yönəlmiş təlim prinsipi
- təcil idrak prinsipi
- inkişafedici təlim prinsipi

Birinci prinsip şagirdi fəallaşdırmaq üçün lazımdır ki, o bir şəxsiyyət kimi təlim prosesinin mərkəzi obyekt kimi çıxış etsin. Təlim uşağın maraq və tələbatlarına, onun bilik səviyyəsinin artırılmasına, onların bacarıq və qabiliyyətlərinin üzə çıxarılmasına yönəlməlidir. Yəni sinifdənxaric işlər yerinə yetirilərkən şagirdlərin fəaliyyəti daha qabarıq üzə çıxdığından, o özünün fərdi cəhətləri ilə şəxsiyyət kimi fəaliyyət göstərir.

Sinifdənxaric işlər elə təşkil olunmalıdır ki, o, şagirdlərin idrak fəallığını, təbii öyrənmə və tətbiq etmə fəaliyyətini doğursun, şagirdə «ilk kəşf etmə» sevinci keçirməyə imkan versin və yeni biliklərə yiyələnmə həvəsini yaratsın. İdrak fəallığı ilk növbədə təfəkkürün formalaşması və fəallaşdırılması əsasında yaranır. Buna nail olmaq üçün təlim prosesində idrak fəaliyyətini stimu-

laşdıran problemli situasiyalar yaradılmalıdır. Fizika dərnəkləri, konfranslar, olimpiadalar, fizika axşamları keçirilərkən şagirdlər həmişə situasiyalarla qarşılaşır, onun həllinə çalışırlar. Bu da fəal idrak prinsipinin həyata keçməsi deməkdir.

Şagirdlərin sinifdən xaric müstəqil işləri dedikdə onların müəllimin bilavasitə iştirakı olmadan yerinə yetirdiyi işlər başa düşülür. Ancaq bu işlər onun tapşırığı, onun rəhbərliyi və onun müşahidəsi altında keçirilir. Qeyd edək, bu işlərin keçirilmə vaxtları da müəllim ilə razılaşdırılır. Bu işləri görərkən şagirdlər müəllim tərəfindən verilmiş tapşırığı yerinə yetirmək üçün ən rəşional üsulların axtarışı zamanı aktiv əqli fəaliyyətdə olurlar. Yerinə yetirilmiş tapşırığın nəticələrini analiz edərkən əqli fəaliyyət daha da güclənir.

Didaktik məqsədinə görə sinifdən xaric işlər üç qrupa bölünür:

- yeni biliklərin əldə edilməsi ilə bağlı işlər;
- bilik və bacarıqların əldə edilməsi ilə bağlı olan işlər;
- bilik, bacarıq və vərdişlərin tətbiqi ilə bağlı olan işlər.

Ədəbiyyat

1. İmanov S.Ş. Orta məktəbdə fizika tədrisi metodikası. Ümumi hissə. Bakı, 2004, 500s.
2. Əlizadə Ş., İsmayılov İ. Fizikanın tədrisi metodikası. Bakı, 2018, 337 s.

KURİKULUM TƏLİM SİSTEMİNDƏ ŞAĞİRTLƏRİN ELMI DÜNYAGÖRÜŞÜNÜN FORMALAŞMASI

Kərimzadə G.V., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
kerimzadegulnaz@gmail.com

Məktəb dövründə şagirdlərin intensiv surətdə şəxsi dünyagörüşünün yaranması və formalaşması prosesi baş verir. Göründüyü kimi, hər bir insanın az və ya çox dərəcədə elmi, dini və mistik dünyagörüşünə meyilliliyinin obyektiv səbəbləri mövcuddur. Müəllimin rolu hər bir şagirdə dünyagörüşü konsepsiyasının seçimdə kömək etməkdən ibarətdir. Müəllim öz şəxsi dünyagörüşünü bürüzə edir və müəyyən şəraitdə şagirdlərdə çox şeydə müəllimin dünyagörüşünə oxşar dünyagörüşü formalaşa bilər. Amma sual yaranır: müəllim dərk edərək və məqsədəuyğun şəkildə şagirdlərdə şəxsi dünyagörüşünün yaranması prosesinə xüsusi təsir göstərməlidirmi və ümumiyyətlə, onun buna haqqı varmı? Bu suallara belə cavab vermək olar, vicdan azadlığının müasir anlayışına uyğun olaraq, istənilən başqa insan kimi müəllimin də nəinki bu və ya digər dünyagörüşü konsepsiyasını bölüşməyə, həm də öz dünya görüşünü onu əhatə edən insanlarla ötürməyə haqqı var(əlbəttə, əgər onun dünyagörüşü insan və təbiət üçün təhlükəli olmasa). Əgər fizika müəllimi şagirdlərdə dünyagörüşünün formalaşması üzrə iş görürsə, bu işə müəllim tərəfindən xüsusi diqqət yetirilməzsə, onda onların çoxu üçün, ümumiyyətlə, fizika kursunu öyrənməyin vacibliyi sualı cavabsız qala bilər. Məsələn, ilk baxışda aydın deyil ki, humanitar siniflərin, bədii yaradıcılıqla məşğul olan siniflərin və idman məktəblərinin şagirdlərinə fizikanı öyrənmək lazımdırmı? Texniki, biologiya-kimya ixtisaslı siniflərin şagirdlərindən fərqli olaraq, humanitarlara, rəssamlara və idmançılara fizikanın onların gələcək peşələri ilə birbaşa əlaqəsini göstərmək və bu yolla onun öyrənilməsinin vacibliyini əsaslandırmaq mümkün olmur. Əgər şagirdlər hiss etsələr ki, fiziki

hadisələrin və qanunların öyrənilməsi onlara ətraf aləmi dərk etməkdə kömək edir, yalnız bu halda onlarda fizikanı öyrənmək motivləri yaranacaq. Fizika müəllimi bu və ya digər dünyagörüşünə malik ola bilər, amma böyük ehtimalla, onun dünyagörüşünün əsasında təbiətin dərk olunmasının dialektik-materialist yanaşması durur. Lakin dünyagörüşünün yaranmasında vacib və maraqlı təkcə fizikanın təsiri deyil. Fiziki biliklərin formalaşmasına toplanmış fəlsəfi biliklərin təsiri də mövcuddur. Gələcəkdə şagirdlərin dünyagörüşünün formalaşmasında fizika müəlliminin konkret işi haqda danışmaq üçün «fəlsəfi nöqteyi-nəzərdən dərk edilmiş biliklər» sözlərinin nəyi ifadə etdiyini müəyyən etmək lazımdır. Məsələn, əgər şagird Nyutonun birinci qanununu hərəkətin yox olmamağı və yaranmamağı ideası ilə əlaqələndirə bilirsə, ikinci qanunda isə hadisələrin səbəb-nəticə əlaqələrini müəyyənləşdirirsə, onda biliklər fəlsəfi, dünyagörüşü məzmununa malik olur. Əgər biliklər hisslərlə «bəzədilərsə», biliklərə şəxsi münasibət meydana çıxır və onda bunu şəxsiyyətin baxışı adlandırmaq olar. Əgər insan öz baxışlarının doğruluğuna əmindirsə, öz nəzər nöqtəsini əsaslandırmağa çalışırsa və bunu bacarırsa, onda müəyyən sualların əminliyindən danışmaq olar. Əlbəttə, baxışların və bu əminliyin – mürəkkəb psixoloji varlıqların izahı kifayət qədər sadədir, lakin bu izahı – praktiki məsələlərin həllində yol verilən hesab etmək olar.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının Təhsil Qanunu. Bakı, 2009
2. Orucov A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrənilməsi metodikası Bakı 2012 Ləman nəşriyyatı s.124

MÜASİR MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA ŞAĞİRDLƏRİN SƏRBƏST İŞLƏRİNDƏ PROBLEMLİ TƏLİM

Hüseynova J.C., Orucov A.K. *

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
jaleguseinzade@gmail.com

Problemlı təlim əlaqə yolu, tələbələrin müstəqillik səviyyəsi ilə müəyyən edilən xüsusi bir təlim növüdür. Problemlı təlim metodu tələbələrdən aktiv axtarış, tədqiqat işi tələb edən yaradıcı bir təlim metodudur.

Şagirdlər tərəfindən kiçik eksperimental problemlərin həlli şəklində təqdim olunan eksperimental iş onların müstəqilliyini artırır, müəllimə tələbələrin fərdi xüsusiyyətlərini nəzərə almağa imkan verir. Bunu Kurqan şəhəri 30N-li məktəbin 9-cu sinfində problem əsasında aparılmış «EHQ-nin və cərəyan mənbəyinin daxili müqavimətinin təyini» adlı laboratoriya işinin nümunəsi ilə izah edək. İşə başlamazdan əvvəl lazımi qurğular artıq tələbələrin masalarında nümayiş etdirilmişdi. Hər bir sxem iki-üç seriyalı birləşdirilmiş elementdən ibarət batareyadan, nümayiş rezistorundan, laboratoriya ampermetrindən, voltmetrdən və açardan ibarət idi. Lövhədə işin adı və birinci tapşırığı yazılır: «Quru elementlərdən ibarət batareyanın daxili müqavimətini təyin edin». Lövhənin yanında, böyük vərəqdə daha iki (əlavə) sualın mətnləri var:

1. Xarici müqavimətin qiyməti R -ə bərabər olarsa, dövrədə cərəyanın qiymətini hesablayın. Hesablama və təcrübənin nəticələri üst-üstə düşmürsə, bunun mümkün səbəblərini göstərin.

2. Əgər sizdə yalnız ampermetr və rezistor varsa, cərəyan mənbəyinin daxili müqavimətini (r) təyin edin. Bu r -in qiyməti əsas tapşırığı yerinə yetirərkən əldə edilənlərlə üst-üstə düşmürsə, bunun mümkün səbəblərini göstərin.

Müəllim xatırladır ki, işin qiymətləndirilməsi, əsasən, onun icrasının müstəqilliyindən asılıdır. Sonra işin yerinə yetirilməsi

üçün müəllim lövhədə qeyd edir:

1. İşin yerinə yetirilməsi üçün yazılı plan tərtib edin.
2. Elektrik dövrəsinin diaqramını çəkin.
3. Ölçmə və hesablamaların nəticələrini qeyd edin.

Müəllim deyir ki, beş dəqiqə ərzində müstəqil olaraq plan qura bilməyən əlini qaldırmalıdır. Mən ona bu tapşırığı yerinə yetirməyə kömək edəcək bir kart verəcəm:

1. Yarım zəncir üçün Om qanununun düsturunu yazın.
2. Mənbənin EQ-nin eksperimental olaraq necə təyin edildiyini xatırlayın.

Bəzi hallarda problemli yanaşmanı yalnız yoxlama aparmaq üçün ümumi üsul tapmaqla məhdudlaşdırmaq faydalıdır. Məsələn, 9-cu sinifdə misin elektrokimyəvi ekvivalentinin təyini nümunə götürək. Ümumi tədqiqat tələbini başa düşmək üçün işi yerinə yetirməzdən əvvəl tələbələrə problemli tapşırıq təklif etmək faydalıdır: «Metalın elektrokimyəvi ekvivalentini eksperimental təyin etmək üsulunu tapmaq, plan tərtib etmək». Laboratoriya işinin növbəti dərsinin əvvəlində məsələ ilə bağlı tələbələrin təklif etdikləri həllər müzakirə olunur. Təcrübə göstərir ki, belə bir üsul tələbələrə eksperimentin həyata keçirilməsinin spesifik xüsusiyyətlərini dərindən dərk etməyə imkan verir. Sonda qeyd edək ki, tədqiqat ideyası müəllimin əhəmiyyətli köməyi olmadan tələbələr üçün onu tapmaq çox mürəkkəbdirsə, həmçinin müstəqil iş üçün lazım olan material zəif mənimsənilirsə, problem eksperimentindən istifadə qeyri-münasibdir.

Ədəbiyyat

1. Orucov A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrənilməsi metodikası. "Ləman Nəşriyyat Poliqrafiya" MMC. Bakı 2012.s. 126.

FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ TƏLİM METODLARI VƏ METODİKİ FƏNDLƏR

Məsimova A.İ., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
aiselmasimova@gmail.com

Təlimin nəticələri təhsilin məzmununun və məqsədlərinin düzgün müəyyən edilməsi ilə yanaşı, məqsədə nail olma üsullarından, başqa sözlə, metodlardan asılıdır. Təlim-tərbiyə prosesi müəllimin öyrətmə fəaliyyətini və məktəblinin dərs fəaliyyətini təşkil edən, onlarda təhsilin məzmununun mənimsənməsini və bununla da təlimin məqsədinə nail olmağı təmin edən, müəllimin məqsədyönlü fəaliyyət sistemindən ibarətdir. Təlim metodları dedikdə təlim prosesində didaktik məqsədləri həyata keçirmək üçün müəllimlə şagirdlərin əlbir fəaliyyəti başa düşülür. Məlumdur ki, yetişən nəslin təliminin məqsədləri hakim sosial məqsədlər və cəmiyyətin dünyagörüşünə uyğun olaraq dəyişir. Belə ki, məktəblərin təşəkkülünün erkən mərhələlərində şagirdlərin qarşısında duran yeganə məqsəd, əsasən, biliklərin mənimsənilməsi olub. Müəllimin istifadə etdiyi metodlar nəqlətməyə əsaslanırdı. Şagirdlərin bilik, bacarıq və vərdişlərinin formalaşdırılması, yəni maarifləndirmə məsələlərinin həlli ilə yanaşı, məktəb qarşısında yetişən nəslin inkişaf və tərbiyəsi ilə bağlı kompleks məsələlər durur. Bütün bunların nəticəsində çoxlu sayda metodlar meydana çıxmışdır: nəql, söhbət, nümayiş, illüstrasiya, yazılı iş, sərbəst iş, təkrar və s. aiddir. Bundan başqa, təlim metodlarının iki cəhətini – informativ və idarəetmə funksiyasını və öyrənmə metodunu fərqləndirmək lazımdır. Təlim prosesinə nəzər saldıqda, müəllim və şagirdlərin fəaliyyət tərzlərində böyük müxtəlifliklər görmək olar. Pedaqogikada metod anlayışı ilə yanaşı, metodiki üsul (fənd) anlayışı da mövcuddur. Metodiki üsul metodla müqayisədə xüsusi anlayışdır, metodun hissəsidir. Eyni fəaliyyət növü bir halda tədris metodu, digər halda isə üsul(fənd) kimi çıxış edə bilər. Əgər

müəllim cihazın iş prinsipini izah edirsə və dərsin didaktik məsələsi bundan ibarətdirsə, bu zaman o, nümayiş metodundan istifadə edir, nümayişi müşayiət edən müəllimin nitqi isə metodiki üsuldur. Əgər nümayiş müəllimin izahını müşayiət edirsə, bu zaman ona üsul kimi baxmaq olar, müəllimin izahı isə metoddur. Şagirdlərin bilik və bacarıqlarının yoxlama metoduna məsələ həlli, sorğu, müsahibə və s. kimi üsullar daxil edilə bilər. Qeyd etmək lazımdır ki, metod ilə metodiki üsul anlayışlarının bölgüsü nisbi xarakter daşıyır, onların müxtəlifliyini istiqamətləndirmək üçün onların sistemləşdirilməsi lazımdır.

Ədəbiyyat

1. Orucov A. K. Orta məktəbdə fizikanın öyrənilməsi metodikası Bakı. Ləman mət. 2012. s. 124.
2. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы; Учеб. пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений / Под ред. Каменецкого С.Е., Пурешевой Н.С.–М.:Издательский центр «Академия», 2000, 368 с.
3. Теория и методика обучения физике в школе: Частные вопросы; Учеб. пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений / Под ред. С.Е. Каменецкого, Н.С.Пурешевой. – М.: Издательский центр «Академия», 2000.- 384 с

BAROMETRİN VƏ ATMOSFER TƏZYİQİNİN KƏŞFİ

Əzizli N.A., Qarayev E.S.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi, SABAH qrupları
nazizli9@mail.ru

Özünün kifayət qədər sadə təcrübəsi ilə Evangelist Toriçelli (1608-1647) atmosfer təzyiqini ölçmüş və əsasən hidrostatika qanunlarında qeyd olunan maye sütununun təzyiqi haqqında ilk nəticəsini əldə etmişdir. Belə ki, 1643-cü ildə qoyduğu təcrübədə, bir tərəfi bağlı nazik şüşə boru civə ilə doldurulur, sonra isə borunun açıq ucunu çevirərək civə ilə doldurulmuş şüşə vanna içərisinə salınır. Belə halda, adətən, təcrübə su ilə aparılırsa, boruya su qabarcıqları daxil olmalıdır, mayenin özü isə axmalıdır. Lakin Toriçelli təcrübəsində boru kifayət qədər nazik düzəldilmiş və şüşə təknəciyin dibinə elə oturur ki, ora hava daxil ola bilmir. Bunun əvəzinə təknəciyin dibinə yalnız civənin bir hissəsi axır, borunun bağlı tərəfində isə nazik Toriçelli boşluğu yaranır.

Müşahidə olunan effekt təsdiq edir ki, civənin borudan tam tökülməməsinin əsas səbəbi borunun aşağı ucuna müəyyən bir qüvvənin təsir göstərməsidir. Bu qüvvəni yaradan maye sütunun çəkisinə qarşı yönəlmiş atmosfer təzyiqidir. Müasir təsəvvürlər nöqtəyi-nəzərindən,

$$p_{atm} = \rho gh + p_{doy}, p_{doy} \ll p_{atm},$$

burada p_{atm} – atmosfer təzyiqi, p_{doy} – boşluqda doymuş civə buxarının Toriçelli təzyiqi, h – civə sütununun hündürlüyü, ρ – civənin sıxlığı, g – isə sərbəstdüşmə təcildir.

Boruda civə sütunu, ~760 mm-ə bərabər olub, həmişə eyni hündürlüyə malik olur.

Civə sütununun maraqlı xüsusiyyətlərindən biri də ondan ibarətdir ki, o, şaqula nəzərən müəyyən qədər meyl etdikdə belə, eyni hündürlüyə malik olur. Bundan əlavə, prinsipcə bu hündür-

lük S — formalı boruda belə, 760 mm işarəli nöqtəni aşmır. Buradan belə bir nəticə çıxır ki, atmosfer təzyiqi ilə tarazlıqda olan civə sütununun yaratdığı təzyiq yalnız sütunun hündürlüyündən asılı olar. Bundan əlavə, Toriçelli belə nəticəyə gəlmişdir ki, civənin şüşə təknəciyə tam tökülməsinin qarşısını alan borunun yuxarısında yaranan sirli sorucu qüvvə olmayıb, birbaşa aşağıdan civə sütununa təsir edən atmosfer təzyiqidir. Doğrudan da, birinci halda bu qüvvə borunun meyil etməsi zamanı dəyişməli idi, çünki bu halda Toriçelli boşluğunun həcmi də dəyişir. Bu təcrübə, həm də eyni bir təknəciyə salınmış müxtəlif uzunluğa və müxtəlif həcmə malik Toriçelli boşluqları ilə də aparılıb.

Nəhayət, Toriçelli qeyd etmişdir ki, boruda civə sütununun hündürlüyü, xüsusi halda, sutka ərzində zamandan asılı olaraq dəyişir. Bunun özü də boruda civə sütununun saxlanması xarici səbəblərdən ibarət olmasını göstərir və Toriçelliyə ilk barometrik müşahidələrin yerinə yetirilməsinə şərait yaratmışdır. Bu kəşfdən sonra hava hadisələri və atmosfer təzyiqi arasındakı qarşılıqlı əlaqələrin tədqiqatlarına çoxsaylı işlər həsr olunmuşdur.

Yalnız su barometri quraraq hava təzyiqinin hündürlükdən asılı olduğunu göstərən Paskalin və həm də Otto fon Herikenin məşhur Maqdeburq yarımkürələri ilə apardıqları təcrübələr alimlərin şüurundan köhnə fikirləri silməyə nail olmuşdur. Q. Şotta tərəfindən təsvir olunmuş məşhur şəkildə aralarında vakuum yaradılmış metal Maqdeburq yarımkürələrinin hər tərəfinə əks istiqamətlərdə 8 at qoşulmaqla, 16 atdan ibarət təcrübə əks olunmuşdur. Yarımkürələri bir-birinə sıxan atmosfer təzyiqi o qədər böyük qüvvəyə malik olmuşdur ki, onları bir-birindən qoparmaq üçün hətta o sayda qoşqu atları belə bacara bilməmişdir.

MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA EKOLOGİYANIN ƏSAS MƏSƏLƏLƏRİ

Qarayeva N.Q., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
nzrinqarayeva07@gmail.com

Son otuz ildə ekologiya orqanizmlərin mühitlə qarşılıqlı təsiri olan elmdən insanın və cəmiyyətin ətraf mühitlə qarşılıqlı münasibətini tədqiq edən elmə çevrilmişdir. Bu, ekologiyanın cəmiyyətdəki rolunu əhəmiyyətli dərəcədə artırmış, qlobal ekoloji böhran şəraitində insan cəmiyyətinin inkişafı üçün həlli vacib olan məsələləri qarşıya qoymuşdur.

1970-ci illərin əvvəllərində formalaşdırılmış və daha çox ekoloji məzmunlu deyimlərə oxşayan fikirləri əsas ekoloji «qanunlara» aid etmək olar. Bu qanunlar aşağıdakılardır:

Hər şey bir-biri ilə əlaqədardır. Bu ekosistem və biosfer haqqında qanundur.

Hər şeyi harasa qoymaq lazımdır. Bu qanun ondan ibarətdir ki, insanın istənilən fəaliyyəti yox edilməsi lazım olan istehsalat tullantılarının yaranmasına gətirib çıxarır.

Hər şey üçün nə isə ödəmək lazımdır. Bu təbiətdən səmərəli istifadənin ümumi qanunudur.

Təbiət daha yaxşı bilir. Bu ən vacib qanundur. Unutmaq lazım deyil ki, insan özü də bioloji növdür, belə ki, o özü də təbiətin bir hissəsidir, onun hökmdarı deyil.

Hazırkı dövrdə ekologiyanın quruluşunu qarşılıqlı əlaqəli on iki istiqamət formasında təqdim etmək olar:

1. Biosfer ekologiyası insan fəaliyyəti nəticəsində planetimizdəki qlobal dəyişiklikləri öyrənir.

2. Meşə ekologiyası meşə resurslarından istifadə qaydalarını öyrənir.

3. Tundra ekologiyası neft və qaz hasilatının ekosistemə təsirini öyrənir.

4. Dənizlərin ekologiyası insanın təsərrüfat fəaliyyətinin dəniz ekosisteminə təsirini öyrənir.

5. Kənd təsərrüfatı ekologiyası müasir texnologiyalar hesabına torpağı korlamadan kənd təsərrüfatı məhsullarının təsirinin azaldılmasını öyrənir.

6. Sənaye ekologiyası müasir texnologiyalar hesabına sənaye müəssisələrinin tullantılarının təsirinin azaldılmasını öyrənir.

7. Şəhər ekologiyası insanın şəhərdə yaşayış mühitinin yaxşılaşdırılması imkanlarını öyrənir.

8. Səhiyyə ekologiyası ətraf mühitin çirklənməsi ilə əlaqədar olan insan xəstəliklərini öyrənir.

9. Riyazi ekologiya ekoloji prosesləri modelləşdirir.

10. Kimyəvi ekologiya ətraf mühitə düşmüş zərərli maddələrin təyini metodlarını tərtib edir.

11. İqtisadi ekologiya təbii resurslardan səmərəli istifadə mexanizmlərini hazırlayır.

12. Hüquqi ekologiya təbiətin mühafizəsinə yönəlmiş qanunlar sistemini hazırlayır.

Bunlar ümumi ekologiya adlı bir elmdə cəmlənmişdir. Göründüyü kimi, ekoloji problemlər müasir dövrün ümumbəşəri, qlobal problemlərinə aiddir. Qlobal problemləri yalnız müasir elmin nəliyyətlərini nəzərə almaqla həll etmək olar. Bu problemlər həm də ikili «sosial təbiətli» xarakterə malik olduğundan, onların həlli ancaq təbiət və texniki elmlərin qanunlarının ictimai elmlərin qanunları ilə sintezi əsasında mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Orucov A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrənilməsi metodikası. Bakı, 2012, səh 124.
2. Каменецкого С.Е, Теория и методика обучения физике в школе. М., 2000

FİZİKA KURSUNDA PROBLEMLİ TƏLİM

Quluzadə L.C., Qarayev E.S.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
qulieval06@gmail.com

Problemlı təlimin nəzəri əsasını yaradıcı idrak prosesinin qanunauyğunluqları təşkil edir. Problemlı təlim yaradıcı idraki proses kimi üç mərhələdə həyata keçirilir:

Birinci mərhələnin mahiyyəti problemlı situasiyanın yaradılması, onun təhlili və şagirdləri konkret problemin aydınlaşdırılması zərurətinə çatdırmaqdan ibarətdir.

İkinci mərhələdə şagirdlər problemin həlli üçün fəal axtarışa cəlb olunurlar. Şagirdlər problemin həlli ilə bağlı təxminlər və fərziyyələr bildirirlər, onun həllinin ən rəşional yollarını tapmaq üçün müzakirə zamanı təhlil edilir.

Üçüncü mərhələdə isə ifadə edilmiş fərziyyələr nəzəri və ya eksperimental olaraq yoxlanılır və nəticə çıxarılır. Həlli prosesində tədqiq olunan obyekt və ya hadisənin bəzi cəhətləri araşdırılır. Belə fəaliyyətlər nəticəsində şagirdlər müəyyən biliklər sistemi əldə edirlər.

Bəzən belə hesab olunur ki, problemlı təlim öyrənmə probleminin formalaşdırılması ilə başlayır. Lakin bu fikir doğru deyil, problemlı təlim problemlı vəziyyət yaratmaqla başlayır. Problem (ziddiyyət), öyrənilən mövzudan asılı olmayaraq obyektiv olaraq mövcuddur. Problemlı situasiyanın yaradılması, şagirdin belə fəaliyyətlərə cəlb edilməsini nəzərdə tutur ki, bunun da nəticəsində şagirdin həyat təcrübəsinə və ya onun yaratdığı bilik sisteminə zidd olan faktlar yaranır. Bu halda yaranan uyğunsuzluq isə şagirdi məsələnin mahiyyətini öyrənməyə, uyğunsuzluğun səbəbini müəyyən etməyə sövq edir.

Problem problemlı situasiyanın təhlilindən, sualın aydınlaşdırılmasından, nəyin yanlış, nəyin doğru olmasından irəli gəlir.

Nəticə etibarlı ilə problemlı situasiya, şagirdin onun həllinə cəlb

olunmasını nəzərdə tutur. Onun mahiyyəti subyektiv psixoloji vəziyyətdə, idrak çətinlikləri yaşamaqdadır ki, bu da həqiqətin haradasa yaxın olduğunu dərk etməklə müşayiət olunur, onu tapmaq üçün sadəcə düşünmək lazımdır. Həllin bu cür «yaxınlığı», problemli təlimin təşkili üçün kifayət qədər vacibdir, çünki cavabları kifayət qədər uzaqda olan suallar şagirdlər üçün əlçatmazdır. Problemli vəziyyət tədris olunan məsələyə marağın yaranmasına səbəb olur və şagirdi fəal idrak axtarışına cəlb edir. Şagirdi problemli vəziyyətə salmaq, onu ziddiyyətlərə sövq etmək deməkdir.

Fizika dərslərində problemli vəziyyətlər yaratmaq üçün üç növ ziddiyyətdən istifadə olunur:

- şagirdin həyat təcrübəsi ilə elmi bilikləri arasında ziddiyyətlər;
- idrak prosesinin ziddiyyətləri, öyrənilmiş biliklər sistemi ilə yeni biliklər arasında yaranır;
- ən obyektiv reallığın ziddiyyətləri.

Problemli vəziyyətlər yaratmağın müxtəlif yolları var. Müəllimin vəzifəsi ziddiyyətləri şagirdlərə göstərmək deyil, axtarış fəaliyyəti zamanı onları şagirdlərin özlərinin aydınlaşdırmasıdır.

Müəllimin əsas vəzifəsi, problemin həllinin bütün mərhələlərində şagirdlərin fəaliyyətini təmin etməkdir. Problemin həllinin müxtəlif yollarından şagirdlərin ən aktiv fəaliyyəti və təfəkkürü aşağıdakılardır: problemli söhbət; qismən axtarış tapşırıqları.

Qismən axtarış tapşırıqlarına aşağıdakılar daxildir: eksperimentin nəticələrinin proqnozlaşdırılması tapşırığı, eksperimentin planlaşdırılması tapşırığı, eksperimentlərin izahı prinsiplərinin proqnozlaşdırılması tapşırığı, yeni nəticələrin proqnozlaşdırılması tapşırığı və s.

FİZİKANIN SİNİFDƏNXARİC VAXTLARDA ÖYRƏNİLMƏSİNİN İMKANLARI VƏ PROBLEMLƏRİN HƏLLİ YOLLARI

Əmənova S.Z., Qarayev E.S.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi, SABAH qrupları
seyyareeva@gmail.com

Orta məktəblərdə şagirdlərin asudə vaxtının səmərəli təşkilində, potensial yaradıcılıq istedadlarının aşkara çıxarılmasında, elmi tədqiqatçılıq qabiliyyətlərinin formalaşdırılmasında fizikanın sinifdən xaric vaxtlarda öyrənilməsinin əhəmiyyəti olduqca böyükdür.

Qeyd etmək lazımdır ki, sinifdən xaric iş dedikdə, məktəb tərəfindən dərsləndikən vaxtlarda aparılan təlim-tərbiyə işləri başa düşülür. Sinifdən xaric işlərin əsas məqsədi, şagirdlərin müxtəlif bilik sahələrinə və fəaliyyət növlərinə olan marağını təşkil etməkdən ibarətdir.

Sinifdən xaric işlər müxtəlif formalarda aparılır. Onlar 3 qrupa bölünür: kütləvi işlər, qrupla iş, fərdi işlər.

Kütləvi işlər daha çox şagirdi əhatə edir. Belə iş formalarına tarixi günlərin və bayramların keçirilməsi, fənn gecələri, tədbirlər, müxtəlif növ yarışlar, oyun və müsabiqələr və s. daxildir.

Qrupla iş formaları müəyyən maraqlar ətrafında birləşmiş şagird qrupu ilə aparılan tədbirlərdir. Belə iş formalarına fənn dərnləri, idman bölmələri, marağa görə dəstələr, incəsənət studiyaları, lektoriyalar, cəmiyyətlər, ədəbi klublar, muzeylər və s. daxildir.

Sinifdən xaric fərdi iş formaları isə hər bir şagirdin maraqlarını nəzərə almaqla keçirilən tədbirlərdir. Belə iş formalarına – mütaliə, fərdi məşğələlər, fərdi tapşırıqların icrası, müxtəlif yaradıcılıq növləri ilə məşğul olmaq, idmanda iştirak etmək və s. daxildir.

Sinifdən xaric tədbirlər keçirilməsi nəticəsində şagirdlər yeni biliklər əldə edirlər, elmi dünyagörüşləri formalaşır, onlar daha da səylə çalışırlar. Tədbirə hazırlaşarkən şagirdlər onlara tapşırılan

işləri bütün biliklərini səfərbər edərək həvəslə yerinə yetirməyə çalışırlar.

Sinifdən xaric tədbirlərin köməyi ilə məntiqi və yaradıcı təfəkkürü inkişaf etdirmək, şagirdlərin qruplarda işləmə qabiliyyətinin möhkəmlənməsinə nail olmaq olar.

Məktəbdə fizika və texnika gecələrinin keçirilməsi sinifdən kənar işlər sayılır. Fizika gecələri şagirdlərin biliklərini genişləndirməyə, onları ideya-siyasi cəhətdən tərbiyə etməyə imkan verir. Sinifdən xaric dərslərdə müxtəlif mövzularda təcrübələr qoymaq olar. Fizikanın tədrisinin keyfiyyəti şagirdlərin həmin fənnə göstərdikləri həvəs və maraqla üzvi surətdə bağlıdır. Fizikada konfrans və seminarların, sərbəst işlərin təşkili - fizika fənninin həyata keçirdiyi təlim-tərbiyə işlərindən biridir.

Fizikanın tədrisində dərnəklərin – fakültativ məşğələlərin rolu böyükdür. Bunlar aşağıdakı kimi olur:

- 1) ümumi təhsil xarakterli dərslər;
- 2) tətbiqi fizikanın müxtəlif sahələrinə aid dərslər;
- 3) sadə cihazlar hazırlayan dərnəklər.

Fizikadan ekskursiyalar məktəbdə təlimin mühüm tərkib hissələrindən biridir. Ekskursiya həm tədris məşğələ forması, həm də təlim metodudur.

Şagirdlər fizikanın öyrənilməsi ilə bağlı işlərin bir hissəsini də ev şəraitində görürlər. Bu üsul şagirdlər üçün nəzərdə tutulan sərbəst işlərin pedaqoji cəhətdən ən effektiv və maraqlı üsullarından biridir.

Zənnimizcə, fizikanın sinifdən xaric vaxtlarda öyrənilməsi nəticəsində şagirdlərin fizikaya və texnikaya marağı, yaradıcılıq və ixtiraçılıq qabiliyyəti artır, nəzəriyyə və praktikanın əlaqəsi üçün əlavə imkanlar yaranır, şagirdlərdə müşahidəçilik, diqqətlilik, səliqəlilik və iradəli olmaq kimi qabiliyyətlər aşılır.

ORTA MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA YARIMKEÇİRİCİLƏRDƏ ELEKTRİK CƏRƏYANI MÖVZUSUNUN TƏDRİSİ

Cəfərova C.T., Rəhimov R.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
cennetceferova102@gmail.com

Orta məktəb fizika kursunda şagirdlər tərəfindən çətin mənim-sənیلən mövzulardan biri də «yarımkeçiricilərdə elektrik cərəyanı» mövzudur. Bu mövzu təhsilin hər iki pilləsində tədris olunur. Yarımkeçiricilər elə maddələrdir ki, onlar xarici təsirlərə (temperatur, işıqlanma, elektrik və maqnit sahələrinə, aşqarlara və s) həssasdır.

Orta məktəb fizika kursunda şagirdlər məxsusi və aşqar keçiricilər (donor və akseptor), xüsusi müqavimətin temperaturdan asılılığı, p-n keçidi, yarımkeçirici cihazlar haqqında biliklər əldə edirlər. Yarımkeçirici diod və tranzistorların iş prinsipi ilə tanış olurlar. Onların elm və texnikada tətbiqinə dair məlumatlar əldə edirlər. İstehsalatda kompüterlərin, mobil telefonların, kalkulyatorların, rəqəmsal saatların, öz-özünə açılıb bağlanan qapılarda yarımkeçirici cihazlardan istifadə olunur. Bilirik ki, p-tip yarımkeçiricilərdə əsas yükdaşıyıcıları dəşiklər, n-tip yarımkeçiricilərdə isə elektronların sayı çox olur. Müxtəlif tipli iki yarımkeçirici kontaktı p-n keçidi adlanır. Burada n-tipdəki elektronlar p-tipə diffuziya edir və həmin dəşiklərlə, yəni müsbət ionlarla birləşir. Bu halda həmin ionlar mənfi yüklü, digər tərəfdəki ionlar isə müsbət yüklü olur. Biz bu yarımkeçiricini cərəyan mənbəyinin qütblərinə qoşsaq, cərəyan qütblərindən asılı olaraq, düz və tərs keçid baş verəcək. Yarımkeçirici cihazların bir çoxunun iş prinsipi p-n keçidinə əsaslanır. Bu cihazlara yarımkeçirici diod, tranzistor, yarımkeçirici termoelement, yarımkeçirici fotoelement və s. aiddir. Yarımkeçirici diodun əsas vəzifəsi dəyişən cərəyanı düzləndirməkdir. Tranzistorlar iki p-n keçidinə malikdir və 3 əsas hissədən ibarətdir: emitter (E), baza (B), kollektor (K). Tranzistorlar

p-n-p və n-p-n tipli olur. Sol emitter-baza düz, sağ baza-kollektor keçidi isə tərs keçiddir.

Müqaviməti temperaturdan asılı olaraq kəskin dəyişən yarımkeçirici cihazlara termorezistor deyilir. Müqaviməti işığın təsirindən asılı olaraq dəyişən yarımkeçirici cihazlara fotorezistor deyilir. Yarımkeçirici termoelement ayrı-ayrı p-tip və n-tip yarımkeçirici kristallardan ibarətdir. Yarımkeçirici fotoelement – tərkibinə aşqar əlavə edilməklə səthində p-tip keçidli sahə yaradılmış n-tip silisium kristalından ibarətdir. Termoelement və fotoelement Yerdə və kosmosda, əlçatmaz yerlərdə, bir çox məişət cihazlarında istifadə olunan əsas cərəyan mənbələridir.

Bu mövzunun şagirdlər tərəfindən yaxşı mənimsənilməsi üçün əyani vasitələrdən istifadə etmək lazımdır. Mövzunun tədrisi zamanı «Fizikadan multimedia disklərindən» (II hissə. Elektrodinamika), internet resurslarından, stimulyatorlardan, virtual laboratoriyalardan, animasiyalardan istifadə etməklə həm mənimsəməni yaxşılaşdırmaq, həm də vaxt itkisinə yol verməmək olar.

Ədəbiyyat

1. Fizika IX və X sinif dərslikləri, Bakı
2. Fizikadan multimediyə. II CD, Bakı nəşr, 2007

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ АТОМНОЙ ФИЗИКИ

Гасанова Л.Г., Алекперов Э.Ш.*

Бакинский Государственный Университет, Факультет Физики
lalahasanova84@gmail.com

В методике преподавания атомной физики в средней школе особое место отводится использованию в образовательном процессе компьютерного моделирования. Это осуществимо с использованием специальных компьютерных программ. Включение в процесс обучения моделей предоставляет возможность глубокого понимания физического явления и самое главное – способствует лучшему усвоению пройденного учебного материала.

В настоящее время стало очевидно, что наряду с традиционными методами проведения уроков в школе необходимо применять современные информационные технологии, особенно в разделах атомной и ядерной физики. Компьютерное моделирование является мощным инструментом для познания мира. Моделирование позволяет придать наглядность абстрактным законам, раскрывая суть изучаемых объектов, привлечь внимание учащихся к важным деталям изучаемого объекта или явления. На сегодня имеется определенное количество компьютерных моделей, которые необходимо применить для изучения строения атома или для наблюдения радиоактивного распада и многое другое. Они разработаны на программах MozaBook и Mozaik. Нами предлагается следующая методика изучения раздела атомной физики: использование наглядных методов, видео и анимационных презентаций, применение интерактивного метода обучения и обязательного использования метода компьютерных моделей. Значительное число компьютерных моделей, охватывающих почти весь школьный курс физики, содержится, в таких

электронных учебных изданиях как: «Физика в картинках», «Открытая физика», «Живая физика». Однако, по разделу «Атомная физика» на просторах интернета всё еще недостаточно ресурсов для демонстрации моделей-аналогов. В связи с этим, мы считаем, что необходимо создать собственную базу компьютерных моделей, для использования их в нашей региональной образовательной системе, как в средней школе, так и в высших учебных учреждениях. Изучая литературу по данной теме и анализируя ситуацию по обучению этого раздела, мы пришли к выводу, что в методике преподавания атомной физики в школе, в первую очередь, необходимо создать электронные учебные программы, которые должны соответствовать школьной программе, и методические пособия по их использованию, а также ввести обязательное обучение с применением компьютерного моделирования. Компьютерные модели позволяют сформулировать у учащихся наглядный образ изучаемого процесса, вникнуть в его физическую суть, получить ответы на вопросы, возникающие при теоретическом изложении материала.

Литература

1. Пашенко О.И. Информационные технологии в образовании: учебно-методическое пособие / О.И. Пашенко. – Нижневартонск: Изд-во Нижневартонск. гос. ун-та, 2013. – 227 с.
2. Майер Р.В. Информационные технологии и физическое образование / Р.В.Майер. – Глазов: ГГПИ, 2006. – 64 с
3. Соколов А.И. Использование технических средств в учебно-воспитательной работе / А.И. Соколов. – М.: Дрофа, 2001. – 178 с

QRAVİTASIYA SAHƏSİ VƏ ÜMUMDÜNYA CAZİBƏ QANUNUNUN TƏDRİSİ METODİKASI

Əliyeva Ə.N., Nurullayev Y.Q.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Fakültəsi
esmer2019bdu@gmail.com

Ümumdünya cazibəsi haqqında ilk elementar təsəvvürləri yunan alimləri Empidokl, Anaksaqor və Demokrit yaratmışlar.

Açar sözlər: planet, cazibə qüvvəsi, fırlanma periodu, ağırlıq qüvvəsi təcili, Kepler qanunları, orbitin radiusu.

İlk dəfə olaraq T.Braqe uzun müddət planetlərin hərəkətini müşahidə etmişdir. T.Braqenin astronomik müşahidələrindən istifadə edən İ.Kepler planetlərin hərəkətinin üç kinematik qanununu kəşf etmişdir.

1. Bütün planetlər fokuslarının birində Günəş yerləşən ellipslər üzrə hərəkət edirlər.

2. Planetin radius vektoru bərabər zamanlarda eyni sahələr cızır.

3. Planetlərin Günəş ətrafında fırlanma periodlarının kvadratları nisbəti orbitlərinin böyük yarımoxlarının kubları nisbətinə bərabərdir:

$$T_1^2/T_2^2 = R_1^3/R_2^3.$$

Nyutonun sözlərinə görə, bu qanunun kəşfinə səbəb almanın ağacdən düşməsi və Ayın Yer ətrafında hərəkəti mühüm rol oynamışdır. O dövrdə Nyutona aşağıdakı faktlar məlum idi:

1. Bütün cisimlər Yerə düşür.

2. Bütün cisimlər Yerə eyni təcillə düşürlər.

3. Ayın fırlanma periodu təqribən 27,3 sutka olan periodla Yer ətrafında dairəvi orbitə yaxın trayektoriya boyunca fırlanır.

4. Ayın Yer ətrafında fırlanma orbitinin radiusu Yerin radiusunun təqribən 60 mislinə bərabərdir.

Ümumdünya cazibə qanununu çıxaraq.

1. Cisimlərin Yerə düşməsinə Nyuton cisimlərin Yer tərəfindən

cəzb olunması ilə izah etmişdir.

2. Müxtəlif cisimlər üçün sərbəstdüşmə təcilinin eyni olması göstərir ki, cisimlərə təsir edən cazibə qüvvəsi cisimlərin kütləsi ilə mütənasibdir. Nyutonun ikinci qanununa görə:

$$F = mg, F \approx m.$$

3. Dairəvi orbit boyunca hərəkət edən cismə mərkəzəqaçma qüvvəsi təsir etməlidir. Nyutona görə, Ay yerə hansı qüvvə ilə cəzb edilsə, Ay da həmin qüvvə ilə Yerə cəzb olunur:

$$F_A = F_Y$$

Yerin Ay tərəfindən və Ayın Yer tərəfindən cazibə qüvvələri qiymətəcə bir-birinə bərabər olduğundan $F_A \approx m_Y$ olar. Ayın mərkəzəqaçma təcilinin $a_{Ay} = v_{Ay}^2 / R_{or.Ay}$ və Ayın orbit boyunca fırlanma sürətinin $v = 2\pi R_{or.Ay} / T_{Ay}$ olduğunu nəzərə alsaq, mərkəzəqaçma təcili üçün alarıq:

$$a_{Ay} = \frac{4\pi^2 R_{or.Ay}}{T_{Ay}^2} = \frac{g}{3600 \text{ san}^2}$$

Ay öz orbitində olduqda Yer tərəfindən Yer səthinə nəzərən 3600 dəfə az qüvvə ilə cəzb olunur. Kepler qanunundan Ay orbitinin radiusunun kvadratının Yerin radiusunun kvadratına olan nisbəti və Ayın Yer tərəfindən cəzb olunma qüvvəsi üçün alarıq:

$$F = G \frac{m_{Ay} \cdot m_Y}{R_{or.Ay}^2}.$$

Bu ifadə *ümumdünya cazibə qanunudur*. G – gravitasiya sabitidir.

İki maddi cisim arasındakı qarşılıqlı təsir qüvvəsi bu cisimlərin kütlələri hasili ilə düz, onlar arasındakı məsafənin kvadratı ilə tərs mütənasib olub bu maddi cisimləri birləşdirən düz xətt boyunca yönəlib. $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$

Ədəbiyyat

1. Qarayev Z. Fizika qanunlarının tədrisi, B.1997
2. Аристотель. Физика, том I, 2007.
3. Hüseynov R. Astronomiya, Dərslük, Bakı, 2008.

METALLARDA ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİ MÖVZUSUNUN PROBLEMLİ-EVRİSTİK TƏLİM ÜSULU İLƏ TƏDRİSİ METODİKASI

Əliyeva G.E., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
gulsnliyeva707@gmail.com

Təqdim edilmiş işdə elektrostatik qarşılıqlı təsir və metallarda elektrik keçiriciliyi mövzusunun tədrisində fundamental qanun və təcrübələrin problemli təlim ilə tədrisinin təlimin didaktik, innovativ, öyrədici funksiyasına əsasən necə qurulmalı olduğu göstərilmişdir.

Müəllim metallarda elektrik keçiriciliyi mövzusunun tədrisində Rike və Tolmen Stüart təcrübəsinin mahiyyətinə yönəlmiş suallar verməklə şagirdlərin biliklərə özlərinin müstəqil yiyələnməsinə, onlarda mücərrəd təfəkkürün inkişafına şərait yaradır. Müəllim dərəcə Tolmen Stüart təcrübəsini təsvir etməklə başlayırsa, o, şagirdlərə aşağıdakı düşündürücü sualları verməklə başlaya bilər:

1) Bu təcrübənin aparılması zamanı cərəyanı hansı hissəciklərin yaratdığını necə bilmək olar? Sualı verdikdən sonra müəllim karusel metodundan istifadə edə bilər, bu zaman sualla bağlı hər kəs öz fikrini yazır və dairəvi şəkildə bir-birinə ötürür. Daha sonra sonda müəllim yekun izahı verir.

2) Sarğac dövrəsində elektrik cərəyanının yaranma səbəbi nədir?

Əvvəlcə sarğac dövrəsində baş verən prosesin izahı verilməli və analogi misallarla əsaslandırılmalıdır. Misal olaraq çayın içərisinə şəkər tozu əlavə edib qarışdırdığımız zaman anidən qarışdırmağımızı dayandırsaq, sarğacdakı hissəciklərin hərəkətinə analogi olaraq şəkər hissəcikləri qısa bir müddət öz hərəkətini davam etdirəcək. Buna başqa bir misal olaraq kamazın kuzasında olan böyük akvariumun içərisinə atılmış taxta parçasının hərəkətinin sarğacdakı elektronların hərəkətinə analogi izahını verdikdən sonra sualın izahı şagirdlərə aydın olur. Müəllim həmçinin Rike

təcrübəsinin təsviri ilə şagirdləri tanış etdikdən sonra təcrübənin mahiyyətini açan suallar ünvanlamalıdır.

1) Uzun müddət elektrik cərəyanı keçməsinə baxmayaraq, mis ionlarının alüminiuma, alüminium ionlarının isə misə daşınmasının səbəbi nə idi?

2) Əgər bu metallarda cərəyan ionlarla daşınsa idi, hansı hadisə baş verərdi? Beləliklə, Rike təcrübəsindən çıxan nəticə: metal naqillərdə elektrik cərəyanı ionların deyil, mis və alüminium üçün eyni olan zərrəciklərin – sərbəst elektronların hərəkəti nəticəsində yaranır.

3) Əgər metallarda cərəyan ionlarla daşınmırsa, metallarda cərəyanın daşınmasında hansı yükdaşıyıcılar iştirak edir? Deməli, metal naqillərdə elektrik cərəyanı ionların deyil, mis və alüminium üçün eyni olan zərrəciklərin, yəni sərbəst elektronların hərəkəti nəticəsində yaranır. Beləliklə şagirdlər özləri metallarda cərəyan yükdaşıyıcılarının hansı hissəciklər olduğunu müəyyən etmiş olurlar.

Ədəbiyyat

1. Orucov A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrənilməsi metodikası. Bakı-2012. s.125
2. Murğuzov M.İ. və b. Ümumtəhsil məktəblərinin 9-cu sinfi üçün Fizika fənni üzrə dərslik. "Bakı" nəşriyyatı, Çapaşloğlu Elm-İstehsalat MMC (səh 225)
3. Murğuzov M.İ. və b. Ümumtəhsil məktəblərinin 9-cu sinfi üçün Fizika fənni üzrə dərsliyin metodik vəsaiti «Bakı» nəşriyyatı «Radius» MMC (səh224)

MEXANİKİ HƏRƏKƏTİN DƏRK OLUNMASINDAKI ZİDDİYƏTLƏR

Mikayılova A.A., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
ayselmikailova3@gmail.com

Mexanikanın əsası b.e.ə IV əsrdə Aristotel tərəfindən qoyulmuşdur. Xüsusi halda Aristotel təsdiq edirdi ki, yalnız hərəkət edə bilən cisimlər hərəkət edir və ya qüvvəsiz hərəkət yoxdur. Başqa sözlə, Aristotelin təbirincə, hərəkət o zaman mümkündür ki, cismə qüvvə tətbiq olunsun. Mexaniki hərəkətdə bu cür baxışın səhv olduğunu Q.Qaliley göstərmişdir. Aparılan bütün təcrübələri ümumiləşdirərək Q.Qaliley Aristotelin iddialarını rədd etmiş və göstərmişdir ki, cismə təsir nə qədər az olarsa, o öz hərəkət sürətini daha çox saxlayar. Nyuton isə Qalileyə və öz dövrünə qədər olan bütün eksperimental faktları ümumiləşdirərək cisimlərin ətalətə malik olmasını, ətalət hesablama sistemlərində mövcud olmasını göstərmişdir. 1995-ci illərə qədər ümumtəhsil orta məktəb fizika kursunda Nyutonun I qanunu ümumiləşmiş şəkildə aşağıdakı kimi verilirdi: «Elə ətalət hesablama sistemləri vardır ki, bu sistemlərə nəzərən hərəkət edən cismə digər cisimlər təsir etməzsə, və ya onların təsiri bir-birini tarazlaşdırarsa, onda cisim sükunət və yaxud düzxətli bərabərsürətli hərəkət halını saxlayar». İndiki dərsliklərdə elə ətalət hesablama sistemi sözləri çıxardılıb, elə sistemlər sözü yazılıb. Mövzunun sonunda bu qanunun ətalət sistemlərində doğru olduğu verilib. Bilavasitə Yerdəki təcrübələrlə Nyutonun I qanununu yoxlamaq çətinidir. Bu onunla əlaqədardır ki, baxılan cismə olan digər təsirlərin hamısını kompensasiya etmək mümkün deyil. Bu baxımdan və bu mənada qanun ideallaşdırılmış hesab edilir. Müəllimin qarşısında duran əsas məsələlərdən biri bu qanunun doğruluğunu isbat edən dəqiq təcillərin olmadığını aydınlaşdırmaq və izah etməkdən ibarətdir ki, bu da xeyli mürəkkəb məsələdir. İndiki halda Nyutonun I

qanununu kosmosda çəkisizlik şəraitində yoxlamaq mümkündür. Müəllimin qarşısında duran digər didaktik məsələ şagirdin həyata baxışları ilə bu qanun arasındakı ziddiyyətin elmi əsaslarla aradan götürülməsindən ibarətdir. Bu məsələni həll etmək üçün fizikanın tarixi suallarına, xüsusilə mexanikanın ilkin anlayış təsəvvürlərinin formalaşması məsələlərinə baxmaq lazımdır. Nyutonun I qanununun mahiyyətini açmaq o qədər də asan məsələ deyil. Bu mürəkkəblik insanın həyatı baxışlarını dəyişməklə əlaqədardır. Əgər müəllim qoyulan məsələyə ehtiyatla və elmi şəkildə yanaşarsa, bu məsələni asanlıqla həll edə bilər. Nyutonun I qanunu şagirdlərin həyatı təcrübələri ilə ziddiyyətlik təşkil etdiyinə görə onu problemli şəkildə öyrəndikdə təlim prosesini daha da fəallaşdırmaq olar. Nyutonun I qanununun şagirdlər tərəfindən mənimsənilməsi onların gündəlik həyatında baş verən fiziki hadisələrin səbəb və mahiyyətini açmaqla yanaşı, digər tərəfdən təbiətdə mütləq hesablama sisteminin olmadığı qənaətinə gətirəcək ki, beləliklə onlar şüuraltı olaraq həqiqətin meyarı olaraq mütləqlik anlayışını istifadə etməyəcəklər. Nəticədə onlar bu şəkildə həm də ictimai-sosial düşüncə tərzini qazanmış olacaqlar və nəticə etibarilə aləmin mexaniki dünyagörüşündə materiya və onun hissəciklərinin real mövcudluğunun başa düşülməsinə gətirib çıxaracaqdır.

Ədəbiyyat

1. Orucov A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrənilməsi metodikası Bakı. Ləman mət. 2012. s. 124.
2. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы; Учеб. пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений / Под ред. С.Е.Каменецкого, Н.С.Пурешевой. – М.:Издательский центр «Академия», 2000.- 368 с.

EV TAPŞIRIQLARINI YERİNƏ YETİRƏRKƏN PROBLEMLİ TƏLİM

Abasova T.R., Orucov A.K.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
tehminabasova23@gmail.com

Dərs müəyən bir vaxtla məhdudlaşdırıldığı üçün, çox vaxt şagirdlərə kifayət qədər çətin tapşırıqlar təklif etməyə imkan vermir, həm də problemli tapşırıqların bütün növlərini sinifdə istifadə etmək olmaz. Məsələn, alətlərin dizaynı və istehsalı üçün tapşırıqlar, uzun bir vaxt və ya təkrar yoxlama tələb edən təcrübələrin qurulması və s. Buna görə də problemli xarakterli ev tapşırıqları istifadə olunması məqsədəuyğundur və dərsdə aparılan işdən heç də az əhəmiyyət kəsb etmir. Problemli ev tapşırıqlarının növləri vardır: nəzəri və eksperimental xarakterli tədqiqat tapşırıqlar, praktik məsələlərin həllində fiziki üsulların tapılması üçün tapşırıqlar, fiziki təcrübələrin layihələndirilməsi üçün tapşırıqlar. Bunları bir bir nəzərdən keçirək

Nəzəri tədqiqat tapşırıqları. Hər hansı bir mövzuda məlumat toplamaq və bu barədə anlayışımızı artırmaq məqsədi ilə tapşırılır. Beləliklə toplanan bilik, xüsusən bir mövzu üçün istifadə edilmir, çünki bu tip tədqiqatlar üçün vacib olan, dəqiq olaraq, məlumatı genişləndirməkdir.

Eksperimental tədqiqat tapşırıqları. Fizikada hadisələri dərk etmək üçün təkcə nəzəriyyə bəs etmir həm də praktika lazımdır. Bu cür praktikalar eksperimental tədqiqatlar tapşırıqları əsasında laboratoriyalarda aparılır Məsələn:

Mayeyə batırılmış cisimə qaldırıcı qüvvə təsir edəcəkmi?

Burada həm nəzəriyyə həm də praktikaya ehtiyac vardır.

Fiziki təcrübələrin layihələndirilməsi üçün tapşırıqlar. Bu cür tapşırıqlar şagirdlər tərəfindən yeni materialın dərinədən mənimsənilməsi üçün yaxşı vasitə hesab oluna bilər. Məlumdur ki düşən və qayıdan şüaların düşmə nöqtəsindən qaldırılmış perpendi-

kulyarın eyni müstəvidə yerləşdiyini izah edən qayıtma qanunu çox çətinliklə və formal şəkildə öyrənilir. Həm də bu təcrübəni təsdiqləyən təcrübə müəllim tərəfindən nümayiş etdirilmir. Çünki bunu göstərəcək heç bir cihaz yoxdur.

Praktik məsələlərin həllində fiziki üsulların tapılması üçün tapşırıqlar. Həyatda insanlar tez-tez müxtəlif problemlərlə qarşılaşmalı olurlar ki, onların da həlli yaradıcı bilik tələb edir. Bir çox həyati problemlər fiziki biliklərin əsasında həll olurlar. Buna nümunə göstərək: "Ağacın hündürlüyünü təyin etmək üçün güzgüdən necə istifadə etmək olar?".

Problemlə tapşırıqlar üzərində işləyərkən şagirdlər müəllimin məsləhətindən istifadə edə bilirlər. Şagird uğursuz və ya səhv həll yolu seçdikdə ona nəyi səhv etdiyini izah etmək lazımdır. Problemlə ev tapşırığını qiymətləndirərkən təkcə həllin düzgünlüyünü deyil, həm də sadəliyi və orijinallığı nəzərə alınır. Nəticələrin kollektiv müzakirəsi və təhlili tələbələrin problemlə tapşırıqlar üzərində vacib işidir. Adətən təhlil üçün ən orijinal və maraqlı tapşırıqlar seçilir. Burada əsaslı şəkildə fərqli ideaya həlləri və müxtəlif icra üsullarından istifadə olunur. Təlimat xarakterli səhvləri əks etdirən yazılar da müzakirəyə çıxarılır. Bəzi hallarda şagirdlər arasında köməkçi komponentlər təyin olunur, onların hər birinə tənqidi təhlil üçün seçilmiş əsərlərdən biri verilir. Belə şəraitdə müzakirə daha canlı və maraqlı olur.

Ədəbiyyat

1. Orucov A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrənilməsi metodikası Bakı. Ləman mət. 2012. s. 124.
2. Теория и методика обучения физике в школе: Общие вопросы; Учеб. пособие для студ. Высш. пед. учеб. заведений / Под ред. С.Е.Каменецкого, Н.С.Пурышевой. – М.:Издательский центр «Академия», 2000.- 368 с.

ИЗУЧЕНИЕ ДИФфуЗИИ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ

Алимаммедова Ш.Г., Исмаилова Р.Н.*

Бакинский Государственный Университет, Физический факультет
solidita@mail.ru

Диффузия – процесс проникновения частиц, то есть молекул, атомов, ионов одного вещества между частицами другого вещества вследствие хаотичного движения. Этот процесс можно наблюдать на примере следующего школьного эксперимента.

Взяли емкость и налили в нее чистой воды. После этого добавили в воду капельку краски. Стали наблюдать как постепенно краска распространяется по всей емкости и равномерно окрашивает воду. Сделали таким образом несколько сосудов с жидкостями разных цветов (желтого, синего, красного, белого, черного и т.д.). Обратили внимание на то, что краска скорее заполняет весь сосуд, если воду в нем перемешивать.

В новом сосуде смешивали разноцветные жидкости. Пробовали это делать несколькими способами: простым переливанием, ложкой, пипеткой с резиновым наконечником, стеклянной пипеткой, резиновой грушей, шприцем и т.д. При смешивании разных жидкостей получились новые жидкости с разными оттенками. Так, например, при смешивании желтой и голубой жидкости получилась зеленая.

Вывод: мы наблюдали проникновения атомов или молекул краски между молекулами воды. А это и есть диффузия.

Скорость протекания процесса зависит от некоторых факторов. Во-первых, от температуры тела. Скорость диффузии увеличивается при увеличении температуры, ведь с увеличением температуры возрастает скорость движения частиц внутри вещества. Во-вторых, скорость протекания процесса зависит от агрегатного состояния вещества. В газах расстояние

между молекулам большое по сравнению с их размерами и движение молекул хаотично, поэтому скорость диффузии - наибольшая. В жидкостях скорость движения молекул меньше, так как расстояние между молекулами меньше и движение молекул более упорядоченное. В твердых телах, где строгий порядок в расположении молекул, а сами они совершают небольшие колебательные движения около положений равновесия, скорость диффузии наименьшая.

Изучив явление диффузии, можно сделать вывод, что диффузия – фундаментальное явление природы. Его проявления имеют место на всех уровнях организации природных систем на нашей планете, начиная с уровня элементарных частиц, атомов и молекул, и заканчивая геосферой. Оно широко используется в технике, в повседневной жизни, а также проявляется во многих природных явлениях.

Литература

1. Ковтунович М.Г. Домашний эксперимент по физике 7-11 классы. Пособие для учителя. - М.:ВЛАДОС, 2007
2. Усова А.В., Орехов П.В., Каменецкий С.Е. Методика преподавания физики в 7-8 классах средней школы. М. «Просвещение», 1990, 319 с.

FUNDAMENTAL FİZİKİ NƏZƏRİYYƏLƏRİN TƏDRİSİ METODİKASI

Mehdizadə A.B., Rəhimov R.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
aytacmehdizade123@gmail.com

Fizika bizi əhatə edən dünya haqqında elmdir. Hər gün, hər saat, hər dəqiqə hərəkət edərkən, evi isitdikdə, güzgülə baxanda, eynəkdən istifadə edərkən, radioya qulaq asarkən, mobil telefondan istifadə edərkən və s. onun qanunlarından istifadə edirik. Fizika təkcə müasir texnologiyalar deyil, həm kosmosda, həm də insan orqanizmində baş verən canlı və cansız prosesləri fundamental fiziki nəzəriyyələr (FFN) səviyyəsində təsvir edir.

Şagirdlərə fizikanı öyrədərkən bu fikri idrak prosesinin özünün mahiyyətinin fəlsəfi dərkinə çatdırmaq lazımdır. Həm məktəbdə, həm də ali təhsil müəssisəsində FFN-nin əsasını təşkil edən elmi fikirlərin öyrənilməsinin müəyyən mərhələsində təhsil idrakının metodologiyasına əsaslanan ümumiləşdirmələrin aparılması məqsədəuyğundur. O, bu prosesin ardıcılığına və mərhələli xarakterinə əsaslanır, bu formula ilə ifadə edilə bilər: əsas – nüvə – nəticə.

Orta məktəbdə (universitetdə) fizika kursu dünyanın fiziki biliyinin təkamülünə uyğun olaraq qurulur: dünyanın mexaniki mənzərəsindən (DMM) elektrodinamikaya və kvant nəzəriyyəsinə doğru inkişaf etdirilir. Dünyanın fiziki mənzərəsinin (klassik, elektrodinamik, kvant sahəsi) əsasını fundamental fiziki nəzəriyyələr təşkil edir.

Fundamental nəzəriyyə çoxlu sayda hadisələrin, proseslərin, xüsusi qanunların məcmusunu təsvir edə və yenilərini proqnozlaşdırma bilər. Göstərilən xüsusiyyətləri rəhbər tutaraq, məktəb fizikası kursunda aşağıdakı fundamental fiziki nəzəriyyələri ayırd etmək olar:

Klassik mexanika İ.Nyutonun «Natural fəlsəfənin riyazi prinsip-

ləri» əsərinin nəşri ilə tamamlanan ən erkən fiziki nəzəriyyədir. Demək olar ki, bütün müasir texnologiya, strukturlar, nəqliyyat, kosmik texnologiya klassik mexanika qanunları əsasında yaradılır, fəaliyyət göstərir.

Maddə quruluşunun molekulyar-kinetik nəzəriyyəsi (MKN) – dünyanın mexaniki mənzərəsi çərçivəsində inkişaf etmişdir. Molekulların, atomların hərəkəti və bu hərəkətin yaratdığı hadisələr haqqında bəhs edən nəzəriyyə molekulyar-kinetik nəzəriyyə adlanır

Elektrodinamika (elektromaqnit sahə nəzəriyyəsi, xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi, maddənin elektron nəzəriyyəsi) – XIX əsrdə ingilis fiziki Maksvell elektromaqnit sahəsinin nəzəriyyəsini yaratdı. O, sübut etdi ki, bütün elektromaqnit hadisələri dörd tənliklə təsvir edilə bilər

Kvant fizikası (qeyri-relativistik kvant mexanikası, kvant elektrodinamikası) – Kvant fizikası mikrohissəciklərin və onların sistemlərinin təsvir üsulunu və hərəkət qanunlarını təyin edən müasir nəzəriyyədir

Beləliklə, dünyanın hər bir elmi mənzərəsinin əsasını fundamental fiziki nəzəriyyə təşkil edir. DMM – klassik mexanikanın inkişafı ilə İ.Nyuton, DSEM – maddənin elektron nəzəriyyəsi D.Lorens, elektromaqnit sahəsi nəzəriyyəsi C. Maksvel, nisbilik nəzəriyyəsi A. Eynşteynin adı ilə bağlıdır.

Ədəbiyyat

1. Карасова И.С. Фундаментальные физические теории в школе, Челябинск, 2016, 336 с

YENİ TƏDRİS PROQRAMINDA ORTA MƏKTƏB FİZİKA FƏNNİNİN MƏZMUN VƏ QURULUŞU

Bağirova Ə.A., Əliyeva T.H.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
aminabagirova1701@gmail.com

Azərbaycan Respublikası müstəqillik əldə etdikdən sonra təhsil sahəsində də əsaslı dəyişikliklər yaranmışdır. Müasir Təhsil konsepsiyasına müvafiq olaraq Orta məktəb fizika fənni həm müasir və həm də elementar olmalıdır. Müasirlik zamanın tələbindən irəli gəlir. Məhz bu səbəbdən Fizika elmi sürətlə inkişaf edir, elmin texniki tətbiqi durmadan artır. Fizika elminin sürətli inkişafı Orta məktəb fizika fənni proqramının məzmun və tədris sisteminin dəyişməsinə səbəb olmuşdur [1].

Ulu öndər Heydər Əliyevin rəhbərliyi altında Təhsil sahəsində islahat Proqramı hazırlanmışdır. Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin «Azərbaycan Respublikasında ümumi təhsilin konsepsiyası Kurikulumu» konseptual sənədi yaradılmış, Ümumi təhsil pilləsinin dövlət standartı və proqramı təsdiq edilmişdir. Ümum-təhsil məktəblərin X-XI sinifləri üçün fizika kursunun proqramı radial xarakter daşımaqla, bütün tədris materialları mexanika, elektrodinamika, relyativistik və kvant-statistik baxımdan integrativ yanaşma istiqamətində verilmişdir. Eynşteynin xüsusi nisbilik nəzəriyyəsi vasitəsilə fəza və zaman anlayışlarının, kvant mexanikasına əsasən maddə ilə fiziki sahələrin, zərrəciklə dalganın, atom fizikası ilə kimyanın qarşılıqlı əlaqələndirilməsi ideyası ön plana çəkilmişdir. Təbiətin fundamental qanunu olan təbii proseslərin istiqamətliliyi, periodikliyi və saxlanma qanunları kurs boyunca hərəkətin dövrüliyi, istilik və zamanın istiqamətliliyində öz əksini taparaq, bu sahədə keçmiş proqramın qüsurları aradan qaldırılmışdır.

Hazırdakı Orta məktəb Fizika kursunun «Kinematikanın əsasları» və «Qravitasiya qüvvələri» fəslindəki əsas anlayışların uyğun

olaraq simmetriya və səbəbiyyət prinsipləri əsasında ardıcıl və dərin elmi izahının verilməsi nəzərdə tutulmuşdur. «Molekulyar fizika» bölməsinin ilk fəslində öyrəniləcək məsələlərin mövzularında demək olar ki, əsaslı dəyişiklik aparılmışdır. Lakin sonrakı fəsillərdə real qazlar anlayışının, bu qazlar ilə ideal qazların fərqli cəhətlərinin göstərilməsi, real qazların hal tənliyinin çıxarılmasına dair şagirdlərə sistemli biliklərin verilməsi məqsədəuyğun hesab edilmişdir. «Bərk cisimlərin xassələri» fəslinə daxil edilmiş yeni mövzular sırasına klassik qəfəslər, rabitəyə görə qəfəslərin təsnifatı (metallik, atom, ion, molekulyar), xassələrin formalaşmasında rabitələrin rolu, gərginlik diaqramı mövzularını misal gətirmək olar. Hazırkı dərsliklərdə «Termodinamikanın əsasları» fəslində iki yeni anlayışın, termodinamikada ehtimal və entropiyanın öyrənilməsi nəzərdə tutulmuşdur. «Elementar zərrəciklər», «Atom fizikası və atom nüvəsi» fəsillərinin quruluş və məzmununda əsaslı yeniləşmə aparılmışdır. Maddənin əsas zərrəciklərinin təsnifatı, De-Broyla görə stasionar hallar, Frank-Hers təcrübələri, Heyzenberqin qeyri-müəyyənlik prinsipi, kvant ədədləri, kimyəvi elementlərin dövrü sistemi, Pauli prinsipi, enerjinin minimumluq şərti, klassik və kvant statistikaları haqqında anlayışlar və qanunauyğunluqlara dair materiallar verilmişdir. Bu səviyyədə XI sinifdə dünyanın elektrodinamik və kvant-statistik mənzərələrinin əsas anlayışları, qanun və nəzəriyyələrin şərhə nəzərdə tutulmuşdur [2, 3].

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikası ümumi Təhsil Konsepsiyası («Milli Kurikulum») jurnalı, 1, 2008.
2. Orta məktəb Fizika dərslikləri: VI-X siniflər, 2021.
3. Ş. Əlizadə, İ. İsmayılov, Fizikanın tədrisi metodikası, B., 2018.

MƏKTƏB FİZİKA KURSUNDA KÜTLƏ VƏ QÜVVƏ ANLAYIŞLARININ TƏHLİLİ

Rzayeva S.R., Orucov.A.K*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
sbinr3291@gmail.com

Kütlə anlayışı elmdə ən mürəkkəb və fundamental anlayışlardan biridir. Bu anlayış həm makro dünya, həm də mikro aləm üçün istifadə edilir. Kütlə anlayışlarının qəbul olunmasının çətinliyi onunla bağlıdır ki, o cisimlərin və materiyanın müxtəlif xassələrinin xarakterizə edir. Nyuton qanuna baxılarkən kütləyə cismin ətalət xassəsinin, ümumidünya cazibə qanununa baxılarkən kütlə cismin qravitasiya xassəsini xarakterizə edir. Qazların molekulyar kinetik nəzəriyyəsi məsələlərinə baxarkən kütləyə maddə miqdarı ilə mütənasib olan kəmiyyət kimi baxılır. Kütlə ilə enerji arasındakı qarşılıqlı əlaqəni öyrənərkən bu zaman kütləyə enerji ölçüsü kimi baxılır. Bu baxımdan müəllimin əsas məsələlərdən biri kütlənin müxtəlif cür təzahür formalarını şagirdlərə hərtərəfli izah etməkdir. Belə bir sual yaranır. Kütlə anlayışını fizikanın hansı bölməsində vermək daha səmərəlidir? Aydınır kütlə anlayışı Eynşteynin $E=mc^2$ düsturundan vermək məqsədə uyğun deyil. Ona görə ki, bu ifadənin özü daha ciddi ümumiləşmələrin nəticəsidir və onun qavranılması kifayət qədər dərin bilik formalaşmalıdır. Kütlə anlayışına atomistik (MKN) baxımından yanaşmaq olarmı? Kütlənin maddə miqdarı ilə verilməsini ilk dəfə Nyuton daxil etmişdir və xarici ölkənin təhsil sistemində kütlə anlayışı ilkin olaraq bu cür daxil edilir. MKN-də kütlənin daxil edilməsi onun additivlik xassəsilə bağlıdır. Kütlə anlayışının cisimlərin qravitasiya xassəsi olması kimi verilməsi bir sıra səbəblərə görə mümkün deyil. Əvvəla ona görə ki, şagirdlər fizikanı öyrənməyə başlayarkən kütlə və çəki anlayışlarını çətinliklə bir-birindən ayırd edirlər. Çətinlik onunla bağlıdır ki, ($F \sim m$; $g = \text{const}$ bircins sahə üçün) kütlə anlayışını qravitasiyanın xassəsi kimi

verdikdə cisimlərin ətalət xassələrinə baxmaq ilkin olaraq çətinliklər yaradır. Bütün deyilənləri nəzərə alaraq görürük ki, kütlə anlayışının ilkin olaraq verilməsinin yeganə düzgün yolu cisimlərin ətalət xassəsindən istifadə etməkdir. Qüvvə anlayışının verilməsi fundamental qarşılıqlı təsirlərlə bağlıdır. Məktəb fizika kursunda öyrənilən fiziki hadisələr, qanunauyğunluqlar bu və ya digər formada fundamental qarşılıqlı təsirlərin xassələri ilə əlaqədardır. Makroaləm üçün xarakterik qüvvələr – xarakterik qarşılıqlı təsirlər elektromaqnit və qravitasiya qarşılıqlı təsir qüvvələridir. Mexanikada sürüşmə və elastiki qüvvələri öyrənərkən onların da elektromaqnit təbiətli olduğunu diqqətə çatdırmaq müəllim üçün vacib məsələlərdən biridir. Mexanikada qüvvələrin öyrənilməsi əsasən ümumidünya cazibə qanunundan başlanır və elektromaqnit təbiətli olan elastiklik sürtünmə qüvvələri ilə yekunlaşdırılır.

Ədəbiyyat

1. Теория и методика обучения физике в школе, Общие вопросы, Каменецкий С.Е., Пурышсва Н.С., Важеевская Н.Е., 2000.
2. Orucov.A.K. Orta məktəbdə fizikanın öyrənilməsi metodikası. Ləman nəşriyyatı.s.214

KURİKULUM TƏHSİL PROQRAMI VƏ ONUN ÜMUMİ PRİNSİPLƏRİ

Əhmədova N.M., Əliyeva T.H.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi
axmedovanuray23@gmail.com

Ənənəvi tədris proqramları şagirdlərə veriləcək bilik, bacarıq və vərdişlərin minimum həcmi və ardıcılığını klassik baxımdan əks etdirirdi. Bu sənədlər hazırlanarkən bir qayda olaraq təlimə nəticə kimi baxılmışdır. Amma həmin nəticələrə nail olmaq üçün metodik yollar və tövsiyələr çox səthi göstərilirdi. Əvvəlki tədris proqramlarından fərqli olaraq, fənn kurikulumları yalnız təlimin nəticələrini əks etdirməli deyil, həm də təlim prosesini ardıcıl müşayiət etməlidir. Yəni bu proqram tədrisin bütün mərhələlərində təlim prosesini bütövlükdə müşayiət etməlidir [1].

Hazırda müstəqil Azərbaycan Respublikasının təhsil sistemi digər prinsiplərlə yanaşı, həm də demokratik və humanist prinsiplər üzərində qurulur. Onun nəticəsidir ki, Azərbaycanda tələbə-yönümlü kurikulumların yaradılması istiqamətində iş aparılır. Artıq ölkəmizin tarixində ilk dəfə olaraq belə kurikulumlar hazırlanmışdır. 2006-cı ildə "Azərbaycan Respublikasında ümumi təhsilin Konsepsiyası (Milli Kurikulumu)" hazırlanaraq Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabineti tərəfindən təsdiq edilmiş, 2010-cu ildə «Ümumi təhsil pilləsinin dövlət standartı və proqramları (kurikulumları)» adı ilə təkmilləşdirilmişdir [1, 2].

Kurikulumun əsasını təhlil, tərtib, tətbiq, və qiymətləndirmə təşkil edir. Kurikulum müasir dərs modelinin əsas çərçivələri üzrə fənlər kursunun hər bir bölməsinin məqsədini, məzmununu, tədris-təlim fəaliyyətini, nailiyyətlərini, onların qiymətləndirilməsini əks etdirir və ağılin, intellektin inkişaf etdirilməsi ön plana keçir. Dünyanın təhsil məkanında sadəcə bilik, bacarıqlar deyil, dəyərlər, səriştələr şəxsiyyətin inkişafında mühüm atributlar kimi qiymətləndirilir və bu günkü təhsilin keyfiyyət göstəriciləri kimi

qəbul edilir.

Ulu öndər Heydər Əliyev demişdir: "İndi təhsil sistemində islahatların əsas məqsədi ondan ibarətdir ki, Azərbaycan təhsil sistemi dünya təhsil sisteminin standartlarına uyğunlaşsın".

Hazırda Azərbaycan özünün təhsil sistemini dünyanın ən mü-tərəqqi ölkələrinin təhsil prinsiplərindən istifadə etməklə təkmil-ləşdirir, məzmun və struktur dəyişiklikləri aparır. İnsanın həyatı bacarıqlara malik bir şəxsiyyət kimi formalaşması istiqamətində səmərəli fəaliyyət göstərir. Azərbaycanda təhsil sahəsində islahatlar məhz bu məntiqə uyğun olaraq pillə-pillə aparılır. Azərbaycan Respublikasının Prezidenti möhtərəm İlham Əliyev Cənabları demişdir: "Bütün işlər məhz məktəbdən başlayır, təhsilə diqqət, müəllimə qayğı həmişə olmalıdır. Bütün dövlət orqanları bu tövsiyələri eşitməli və praktik həyatda bunu təmin etməlidir".

Azərbaycanın tarixində artıq tələbyönlü bir təhsil sistemi formalaşır. Cəmiyyətimizin ehtiyac və tələbatlarına uyğun belə bir təhsil sisteminin qurulmasında demokratikləşdirmə, humanistləşdirmə, integrasiya, diferensiallaşdırma, fərdiləşdirmə, humanitarlaşdırma mühüm pedaqoji prinsiplər kimi nəzərə alınır. Şəxsiyyətin maraq və ehtiyaclarını, arzu və istəklərini əsas götür-məklə təhsil alanların mənafeyinə xidmət göstərmək ön plana çəkilir [3].

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikasının Təhsil Qanunu, Bakı, 2009.
2. Azərbaycan Respublikasında ümumi təhsilin Konsepsiyası (Milli Kurikulum) B., 2006.
3. Əlzadə Ş., İsmayılov İ., Fizikanın tədrisi metodikası, B., 2008.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ-ПАРАДОКСЫ, ЗАДАЧИ-СОФИЗМЫ И МЕТОДИКА ИХ РЕШЕНИЯ

Сулейманзаде А.Т., Джаббаров Д.Г.*

Бакинский Государственный Университет, Факультет Физики
aytac.biyakirli29@gmail.com

Резюме: При решении проблемных ситуаций у учащихся проявляется инициатива и для большинства из них такая работа становится творческой. Они приучаются самостоятельно планировать, намечать ближайшие и далекие цели своей работы. Главным для них становится умение самостоятельно анализировать явления на основе изученных знаний, решать новые задачи, с помощью освоенных методов.

«Софизм» и «парадокс» – слова греческие. «Софизм» означает рассуждение, формально кажущееся совершенно безупречным, но содержащее на самом деле ошибку, в результате чего конечный вывод оказывается абсурдным. В парадоксе, наоборот, умозаключение, кажущееся неверным, противоречащим здравому смыслу, на самом деле справедливо.

По примеру Мюнхгаузена.

Мы от души смеемся, читая рассказ, как барон. Мюнх-барон. Мюнхгаузен вытащил себя вместе с лошастью из болота за волосы. Но разве примерно не так поступает велосипедист, желая въехать на тротуар? Ведь в тот момент, когда переднее колесо велосипеда подходит к кромке тротуара, он подтягивает руль к себе. При этом передняя часть велосипеда приподнимается, и он без толчка въезжает с проезжей части улицы на тротуар. Почему же то, что не могло удасться Мюнхгаузену, выполняет велосипедист?

Ответ: Между Мюнхгаузеном и велосипедистом существует большая разница. Если верить рассказу, Мюнхгаузену «удалось» собственными усилиями (их можно назвать внутренними силами) поднять центр тяжести системы всадник – лошадь

над поверхностью земли. Это противоречит физическим законам и поэтому невозможно. Велосипедист же, подтягивая руль на себя и приподнимая его над поверхностью земли, одновременно притягивает себя к рулю и приближается к земле. При этом центр тяжести системы велосипед – человек остается на прежней высоте.

Произвольно большая работа.

Положим, что в сосуде со ртутью плавает большое число кусков железа. Если поднести к ним магнит, то эти куски станут магнитами. Возбужденные таким образом магнитные взаимодействия приведут куски железа в движение. Таким образом, произвольно малым магнитом можно совершить произвольно большую работу. В чем ошибка рассуждений?

Ответ: Действие магнита на куски железа, плавающие в ртути, практически ограничено некоторой областью пространства, окружающего магнит. Поэтому «совершить произвольно большую работу» практически невозможно.

Литература

1. Ланге В.Н. Физические парадоксы, софизмы и занимательные задачи. Издательство «ПРОСВЕЩЕНИЕ» Москва 1967 – 21 с.
2. Тульчинский М.Е. Занимательные задачи-парадоксы и софизмы по физике. М., «Просвещение», Москва 1971 – 79 с

FİZİKA OLİMPIADALARINDA EKSPERİMENTAL MƏSƏLƏLƏRİN HƏLLİNİN ƏHƏMİYYƏTİ

Məmmədov M.Y., Rəhimov R.Ş.*

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika fakültəsi, SABAH qrupları
mehemmedeli1907@gmail.com

Təcrübə göstərir ki, şagirdlər öz bilik səviyyələrini nümayiş etdirmək üçün çətin məsələləri analiz edərək onların həllinin tapılmasına meyli olurlar. Bu halda təlimin inkişafetdirici prinsipi böyük rol oynayır. Təhsil müddətində istər rayon, istərsə də respublika səviyyəli olimpiadalarda şagirdlərə təqdim olunan məsələlər öz çətinlik dərəcəsinə görə onların öz qabiliyyətlərini tam açmağa kömək edir. Olimpiadaların keçirilməsi təlimin yüksək çətinlik səviyyəsində aparılmasının ən yaxşı təzahürüdür. Olimpiadalara eksperimental məsələlərin daxil edilməsi məntiqi və öz əhəmiyyətinin təsdiqini tapmış bir faktdır. Bu məsələlərin olimpiada turuna daxil edilməsi öz biliklərini praktikaya daha yaxşı tətbiq edə bilən şagirdləri üzə çıxarmaq üçün vasitədir.

Məsələlərin qoyuluşu məhdud vaxt və məhdud eksperimental imkan şəraitində lazımi parametrləri ölçmək üçün optimal həllin tapılmasını tələb edir. Olimpiadada şagirdlər qeyri-standart, əldə düzəldilmiş qurğulardan istifadə edə bilirlər. Bu onların məqsədyönlü şəkildə nəyisə axtarıb tapmağa yönələn həvəsinin nəticəsidir. Eksperimental məsələləri həll etmək üçün respublikada ötən illərdə lazımi şərait yaradılmışdır. Hər il fizika olimpiadasının eksperimental turunda mexanikaya, elektromaqnetizmə, istiliyə, rəqslərə və s. aid məsələlər təqdim olunur. Həll zamanı aparılan ölçmələr iki yerə bölünür: a) ilkin ölçmələr, b) yoxlama ölçmələri. İlkin ölçmələr ölçülən kəmiyyətin özünün vahid qiymətindən kənara çıxmalarını araşdırmaq üçün aparılır və axtarılan kəmiyyətin orta qiymətini tapmağa imkan verir. Ölçmələr fəaliyyət planını dəqiqləşdirməyə, işə ayrılan vaxtın səmərəli bölünməsinə imkan verir. Olimpiadalarda yerinə yetirilən bu işlər alimlər

tərəfindən yerinə yetirilən elmi işlərə bənzəyir. Alimlə elmi işi işləyir, hər hansı elmi jurnalda çap etdirir. Eksperimental məsələlərin nəticələri haqqında hesabatla verilən tələblər ona oxşardır. Hesabat işin başlığı və qoyulan tapşırığın açıq ifadəsi ilə başlanır. Sonra lazım olan eksperimental ləvazimat göstərilir. Adətən siyahıda adı olmayan avadanlıqlardan istifadə etməyə icazə verilmir. Ölçüləcək fiziki kəmiyyət haqqında qısa nəzəri baxış keçilir, fiziki hadisə aydınlaşdırılır. Baxış əsasında ölçmə üsulu və ya axtarılan kəmiyyəti tapmaq üçün yerinə yetirilməsi vacib olan əməliyyatların ardıcılığı təklif olunur. Xüsusi halda birbaşa ölçmələrdən alınması mümkün olmayan düstur yazılır. Bu düstur axtarılan kəmiyyəti hesablamağa imkan verir. Hesabatda istifadə olunan üsul haqqında məlumat verilir. Bu üsul səhvlərin aradan çıxarılmasına və ölçmə dəqiqliyinin artmasına xidmət etməlidir. Sonda nəticələr yazılır. Əgər hər hansı kəmiyyətin qiymətini tapmaq lazımdırsa, onun ölçülmüş qiymətini və xətanı göstərmək lazımdır. Asılılığı çəkmək tələb olunursa həmin kəmiyyətlər arasındakı əlaqə düsturu yazılır, qrafik çəkilir.

Ədəbiyyat

1. İmanov S.Ş. Orta məktəbdə fizika tədrisi metodikası. Bakı 2004, 500s.
2. Varlamov S.R. Fizika dərslərində və fizika olimpiadalarında eksperimental məsələlər. M.: 2017, 187 s.

MÜNDƏRİCAT

PLENAR İCLASLAR

Qocayeva N.E., Əliyev L.P.

Akustik rezonanslar və nitq signallarında rezonans tezlikləri..... 4

Mammadova N.C., Gulahmadov O.G., Kim J.

Improving the performance of the triboelectric nanogenerator (TENG) by using microstructured nylon..... 6

Baxşıyeva Ş.E., Mikayılov X.M.

BF CYG simbiotik ulduzun parlaqlıq əyrisində periodik dəyişmələr .. 8

BÖLMƏ 1. NƏZƏRİ FİZİKA VƏ ASTROFİZİKA

Cəbrayılı A.R., Bayramova T.O.

Birzərrəcikli model əsasında neytronların nüvədən rezonans səpilməsi 10

Alıyeva A.R., Qocayev M.Ş

Dəyişən cərəyan dövrəsində gərginliklər və cərəyanların rezonansları 12

Bəşirova A.R., Əhmədov A.İ.

Eskart potensialı üçün Şredinger tənliyinin analitik həlli..... 14

Babaxanova G.C., Qocayev M.Ş.

Dəyişən cərəyanın naqilin en kəsiyində paylanması..... 16

Məmmədova L.Q., Qocayev M.Ş.

Relyativistik zərrəciyin şüalanması 18

Qafarova A.H., Bəşirov M.M.

Nizami Gəncəvinin əsərlərində təbiət hadisələri..... 20

Əliyeva N.N., Əliyeva Z.F.

Yeni ulduzlar və onlara qədər məsafənin təyini 22

Əmrəliyeva Ş.A., Rəcəbov M.R.

$F=k(x_1-x_2)$ elastiki qüvvəsi ilə bir-birinə bağlanmış iki zərrəciyin hərəkəti..... 24

Məmmədli X.N., Alışeva K.İ.	
Yeni ulduzların parlaqlıq ayrılırları.....	26
Məmmədov Ə.S., Əhmədov A.İ.	
Üçatomlu xətti molekulların enerji spektrinin kvant mexanikasına əsasən təyini.....	28
Misirova S.V., Abdullayev S.Q.	
$H \rightarrow e - e + \gamma$ parçalanmasında γ -kvantın xətti polyarlaşması	30

BÖLMƏ 2. İSTİLİK FİZİKASI VƏ MOLEKULAR FİZİKA

Quluzadə İ.F., Vəliyeva L.İ.	
Şistostatin 6 molekulunun nəzəri tədqiqi	32
Şərifli A.E., Əliyeva İ.N.	
Neyromedin molekulunun funksional aktiv fraqmentinin fəza quruluşu	34
Süleymanzadə A.Ə., Şahbazova G.M.	
İkifazalı PEQ-limon turşusunun na duzu-su ikifazalı sisteminin əmələgəlməsinə natrium duzlarının təsiri	36
Qurbanova T.Y., Abbasova G.C.	
Tetrapeptid molekulun fəza quruluşunun tədqiqi	38
Eminova M.E., Abbasova G.C.	
Peptid təbiətli molekulların quruluşu	40
Zeynalova L.M., Abbasova G.C.	
Dipeptid fraqmentin fəza quruluşunun öyrənilməsi.....	42
Haqverdizadə S.Z., Abbasova G.C.	
Tripeptid molekulun əlverişli konformasiyalarındakı hidrogen rabitələri.....	44
Abbasov V.F., Abbasova G.C.	
His-Ala-İle molekulunun stabil quruluşlarının enerjilərinin təyini.....	46
Ağavərdiyeva M.N., Abbasova G.C.	
Amin turşularının fiziki xassələri.....	48

Amanova N.M., Vəliyeva L.İ.

Şistostatin 3 molekulunun son uclu pentapeptid fraqmentinin fəza quruluşunun tədqiqi 50

Qasıмова İ.R., Paşayev F.H., Həsənov A.Q.

SiO₂ nanohissəciyinin Sleyter atom orbitalları..... 52

Əliyeva Q.Y., Paşayev B.G.

Suyun, ağır suyun və ifrat ağır suyun struktur temperaturu 54

Nəcəfzadə Ş.Z., Paşayev B.G.

KOH-ın suyun strukturuna təsiri 56

Əliyev X.A., Paşayev B.G.

Suda PEQ makromolekulunun konformasiyasına temperaturun təsiri 58

İsmayılova Y.Ş., Paşayev B.G.

Su-LiCl sistemində ion elektrik keçiriciliyinin aktivləşmə parametrləri 60

Məmmədova Z.İ., Paşayev B.G.

Na⁺ və Cl⁻ ionlarının hidratlaşma ədədinin təyini 62

Məmmədova Ç.C., Əliyeva İ.N.

Tirozinhidroksilaza fermentinin tənzimləyici domeninin fəza quruluşu 64

Məlikova F.X., Paşayev F.H.

ALH molekulunun molekulyar orbitalları..... 66

Aslanzadə A.A., Rahimzadə S.G.

The investigation of Glu-Lys conformation profile 68

Məmmədova Ü.B., Ağayeva L.N.

Laktoferroksin B molekulunun N- və C-tərəf tripeptid fraqmentlərinin konformasiya analizi 70

Xəlilova A.A., Əhmədov N.F.

Bioloji toxumaların elektrodinamik parametrlərə görə öyrənilməsi 72

İsmayılova Q.E., Nuriyeva S.Q.

Ag nanonaqillərinin sintezi və quruluşu 74

BÖLMƏ 3. BƏRK CİSİMLƏR FİZİKASI

Abbaszade J.M., Kasumova R.J.

The self-phase modulation at nonlinear interaction of optical waves 76

Sultanova S.S., İsmayilov T.H.

$\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ əsaslı kvant quyusundakı elektron qazının maqnetizmi.. 78

Джавадова Р.З., Гасанов Е.Р.

Возможность возникновения отрицательного сопротивления в двухзонных полупроводниках типа GaAs..... 79

Abbaszadə Q.H., İsmayilov T.H.

İnvers zonalı $\text{Hg}_{1-x}\text{Cd}_x\text{Te}$ kvant quyusunda yükdaşıyıcıların enerji spektri və dalğa funksiyaları 81

Cumayeva Ç.İ., Cabbarov C.H.

TlInS_2 kristalının alınması..... 82

Cəfərova H.T., Qasimov N.V.

Düzdişli çarxın layihələndirilməsində nomogrammanın tətbiqi 84

Heydərova A.M., Ələkbərov Ş.Ş.

Polibutadien və polibutadien+ Al_2O_3 kompozit baryerin baryer boşalmasında plazmanın parametrlərinə təsiri..... 86

İsrafilzadə G.Ş., Hüseynov T.X.

Qeyri-bircins civə buxarı boşalmasında elektronların sürətlənməsi .88

Ağammədova S.M., Qəribov Q.İ.

Arqon-civə buxarı boşalmasında strat rəqsləri 90

Orucova B.A., Rəsulov E.A.

Civə buxarının elektrik boşalmasının müsbət sütununda ionların paylanması 92

Dəmirov R.Y., Əliyev M.N.

$\text{Hg}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Te}$ -yarımmaqnit yarımkeçirici kristallarında ikizonalı keyn modelində enerji spektri 94

Şükürlü R.H., Məmmədov V.U.

p-GaAs/n- $\text{Cd}_{1-x}\text{Zn}_x\text{S}_{1-y}\text{Se}_y$ heterokeçidlərinin keçid sərhəddinin tədqiqi 95

Ramazanov X.Q., Davudov B.B.	
Nazik dielektrik təbəqələrin dəşilmə mexanizmi.....	97
Cəfərli N.R., Həsənova L.H.	
TlGaSe ₂ monokristalında məxsusi və aşqar udma	99
Rzayeva A.S., Nurullayev Y.Q.	
Eu nadir torpaq elementinin TlInSe ₂ bərk məhlul kristalının elektrik xassəsinə təsiri.....	101
Musayeva R.M., Sərməsov S.N.	
Nazik təbəqələrin quruluş və fiziki xassələrinə oksigenin təsiri.....	103
Məmmədova S.Q., Dadaşova V.V.	
Molibdenin (100) üzündə barium atomlarının optimal örtmə dərəcəsinin təyini.....	105
İsmayilzadə S.R., Məmmədova A.Ç.	
TlFeSe ₂ nazik təbəqəsində fazaəmələgəlmə və faza çevrilməsi	107
Nəcəfova Ş.Ş., Orucov A.K.	
Sezium atomlarının qrafit monotəbəqəsi ilə örtülmüş reniuma diffuziyası	109
Hüseynova İ.F., Abasova A.Z.	
GaTe monokristallarının holl yürüklüyünə γ-kvantların təsiri	111
Məhərrəmzadə N.B., Orucov A.K.	
Metal təbəqəli sistemlərdə qrafit monotəbəqəsinin diffuziya etdirici xüsusiyyəti	113
Paşayeva S.C., Orucov A.K.	
Molibden lentin səthinə adsorbsiya etmiş barium atomlarının dipol momentinin, effektiv yükünün və polyarlaşma əmsalının təyini ...	115
Бахрамли Т.М., Салманов В.М.	
Экситонное поглощение в кристаллах InSe при лазерном возбуждении	117
Qasimova G.Ə., Orucov A.K.	
Örtüklü katodlar.....	119
Qasimov Q.S., 1Gulahmadov O.G., Kim J.	
Effect of surface structures of polysiloxane films on the performance of the triboelectric nanogenerators	120
Həsənova G.B., Güləhmədov O.G., Kim J.	

Triboelektrik nanogenerator və onun əsasında sensorların hazırlanması	122
Pənahova L.F., Güləhmədov O.G.	
Kvant kompüterlərin çoxzərrəcikli sistemlərin kvant-mexaniki hesablamalarında tətbiqi	124
Меняева А.Р., Касумова Р.Дж.*	126
Когерентное антистоксовое рассеяние света	126
Kazımova N.N, Ağayev M.N.*	128
Boru boyunca dəyişən paylanmış tutumun ionlaşma dalğasının yayılmasına təsiri.....	128
Əlizadə M.Ə., Orucov A.K.*	130
Çıxış işinə görə qeyri bircins emitterlərdən termoelektron emissiyası	130
Rəhimli Z.İ., Orucov A.K.	
Riçardson üsulu ilə iridium lentin çıxış işinin təyini.....	132

BÖLMƏ 4. FİZİKANIN TƏDRİSİ METODİKASI

Babayeva H.R., Qarayev E.S.	
Şəxsiyyətyönümlü təlimdə şagirdlərdə məntiqi təfəkkürün inkişafı	134
Məmmədova E.X., Rəhimov R.Ş.	
Təlimin müasir prinsiplərinin sinifdən xaric işlərin təşkilində rolu...	136
Kərimzadə G.V., Orucov A.K.	
Kurikulum təlim sistemində şagirdlərin elmi dünyagörüşünün formalaşması	138
Hüseynova J.C., Orucov A.K.	
Müasir məktəb fizika kursunda şagirdlərin sərbəst işlərində problemlə təlim	140
Məsimova A.İ., Orucov A.K.	
Fizikanın tədrisində təlim metodları və metodiki fəndlər	142
Əzizli N.A., Qarayev E.S.	
Barometrin və atmosfer təzyiqinin kəşfi	144

Qarayeva N.Q., Orucov A.K.	
Məktəb fizika kursunda ekologiyanın əsas məsələləri	146
Quluzadə L.C., Qarayev E.S.	
Fizika kursunda problemli təlim.....	148
Əmənova S.Z., Qarayev E.S.	
Fizikanın sinifdən xaric vaxtlarda öyrənilməsinin imkanları və problemlərin həlli yolları.....	150
Cəfərova C.T., Rəhimov R.Ş.	
Orta məktəb fizika kursunda yarımkeçiricilərdə elektrik cərəyanı mövzusunun tədrisi	152
Гасанова Л.Г., Алекперов Э.Ш. ПРИМЕНЕНИЕ	
компьютерного моделирования в методике преподавания атомной физики	154
Əliyeva Ə.N., Nurullayev Y.Q.	
Qravitasiya sahəsi və ümumdünya cazibə qanununun tədrisi metodikası	156
Əliyeva G.E., Orucov A.K.	
Metallarda elektrik keçiriciliyi mövzusunun problemli-evristik təlim üsulu ilə tədrisi metodikası	158
Mikayılova A.A., Orucov A.K.	
Mexaniki hərəkətin dərk olunmasındakı ziddiyyətlər	160
Abasova T.R., Orucov A.K.	
Ev tapşırıqlarını yerinə yetirərkən problemli təlim	162
Алимаммедова Ш.Г., Исмаилова Р.Н.	
Изучение диффузии в школьном курсе физики.....	164
Məhdizadə A.B., Rəhimov R.Ş.	
Fundamental fiziki nəzəriyyələrin tədrisi metodikası.....	166
Bağirova Ə.A., Əliyeva T.H.	
Yeni tədris proqramında orta məktəb fizika fənninin məzmun və quruluşu	168
Rzayeva S.R., Orucov A.K.	
Məktəb fizika kursunda kütlə və qüvvə anlayışlarının təhlili.....	170
Əhmədova N.M., Əliyeva T.H.	
Kurikulum təhsil proqramı və onun ümumi prinsipləri	172

Сүлейманзаде А.Т., Джаббаров Д.Г.

Качественные задачи-парадоксы, задачи-софизмы и методика
их решения..... 174

Məmmədov M.Y., Rəhimov R.Ş.

Fizika olimpiadalarında eksperimental məsələlərin həllinin
əhəmiyyəti..... 176