



ҚАРШИ
ДАВЛАТ
УНИВЕРСИТЕТИ



**КОНДЕНСИРЛАНГАН МУҲИТ ФИЗИКАСИНИНГ
РИВОЖЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ**

Халқаро илмий ва илмий-техник анжуман материаллари
2022 йил 14-15 октябрь

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД**

Международная научная и научно-техническая
конференция материалы
14-15 октябрь 2022 год

**PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE PHYSICS
OF CONDENSED MATTER**

International scientific and scientific-technical
conference materials
October 14-15, 2022



QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI
FIZIKA FAKULTETI

Қарши-2022

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ
ҚАРШИ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**КОНДЕНСИРЛАНГАН МУҲИТ ФИЗИКАСИНИНГ
РИВОЖЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ**

Халқаро илмий ва илмий-техник анжуман материаллари

2022 йил 14-15 октябрь

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ
КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД**

Международная научная и научно-техническая конференция
материалы

14-15 октябрь 2022 год

**PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE PHYSICS
OF CONDENSED MATTER**

International scientific and scientific-technical conference materials

October 14-15, 2022

Қарши – 2022

Аннотация

Ушбу тўплам Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2022-йил 7-мартдаги 101-Ғ-сонли фармойишига асосан Қарши давлат университети Физика факультети кафедралари томонидан ташкил этилган “Конденсирланган муҳит физикасининг ривожланиш истиқболлари” мавзусидаги халқаро илмий ва илмий-техник конференция материаллари асосида тайёрланган. Унда халқаро ҳамда республика олий таълим муассасаларининг конденсирланган муҳит физикаси соҳасида илмий изланиш олиб бораётган профессор-ўқитувчи, докторант, мустақил илмий изланувчи ва магистрларининг илмий мақола ва тезислари жамланган.

Конференция материалларидан соҳа мутахассислари, докторант, илмий изланувчи, магистр, профессор-ўқитувчилар ҳамда талабалар фойдаланишлари мумкин.

Тўплам Қарши давлат университети Илмий кенгаши йиғилишининг 2022-йил 5-октябрдаги 3-сонли қарори билан нашрга тавсия этилган.

Тўпламдаги мақолаларда келтирилган асос, ҳавола ва бошқа маълумотлар учун муаллифлар масъул.

Масъул мухарирлар:

**проф. Нормуродов М. Т.
проф. Хайриддинов Б. Э.
проф. Қўйлиев Б. Т.**

1-ШУЇБА

ОПТИКА ВА ЛАЗЕР ФИЗИКАСИ

CLUSTER STRUCTURE AND UNIQUE WATER AND ALCOHOLS PROPERTIES

Pogorelov Valeriy

Department of Physics Kyiv National Taras Shevchenko University, Kyiv,
Ukraine, pvye@ukr.net

Intermolecular hydrogen bonding, which is formed between water and alcohol's molecules, causes a variety of liquid water' and alcohols unique properties. This report presents the experimental FT IR studies' results of water and methanol trapped in Ar matrix at temperatures from 10 to 50 K as well as condensed water and methanol at temperatures from 100 to 370 K. It is shown that temperature evolution for FTIR-spectra of water trapped in cryo Ar-matrices can be considered as an experimental model of the water structure transformation during the phase transition from gas phase to condensed confined water [1, 2]. The FTIR spectra comparison of water in Ar-matrices with the corresponding spectra of bulk water allows us to conclude that bulk water structure consist from clusters of different sizes. These clusters are elementary volume units of hydrogen bond's networks. The comparison of the water vibrational spectra change with temperature in Ar matrix and in condensed phase allows us to conclude that intermolecular H-bonding can be seen in the water intraccluster vibrational spectra. They are absent in the isolated water molecules spectra. These vibrational spectra contains information about peculiarities of water cluster structure in cryomatrices and in condensed phase. Water cluster structure in condensed phase is changing with temperature. Number of big size clusters (4 – 6 molecules per cluster) is increasing while cooling [3]. Thus water in condensed phase is a complex cluster structure, its' cluster composition is changing with temperature. Cluster compositions of different sizes are depicting themselves through unusual water properties with unusual behavior at different temperatures. Our investigation results allows us to consider condensed water as a hydrogen bonded Continuous Molecular Networks, where molecular clusters are structural units. One must take into account that such networks are created from clusters as structural units, and for liquid water the number of molecules in each cluster is not bigger than four. Networks of supercooled water contains five-molecule clusters, what don't allow to build the crystalline structure and explain the water density increase at temperatures below 273 K (so-called low density water). The analogous results we fixed for bulk methanol.

References

1. V. Pogorelov, I. Doroshenko, Vibrational spectra of water clusters, trapped in low temperature matrices, Low Temp. Phys. 42 (12) (2016) 1163 - 1166.

2. V. Pogorelov, I. Doroshenko, G. Pitsevich, V. Balevicius, V. Sablinskas, B. Krivenko, L.G.M. Pettersson, From clusters to condensed phase - FTIR studies of water, J. Mol. Liq. 235 (2017) 7 - 10.
3. A. Vasylieva, I. Doroshenko, Ye. Vaskivskyi, Ye. Chernolevska, V. Pogorelov, FTIR study of condensed water structure, Journal of Molecular Structure 1167 (2018) 232 – 238.

Biography of presenting author (should not exceed 100 words)

Prof. Pogorelov Valeriy studied Physics (Molecular Spectroscopy) at the Kyiv National Taras Shevchenko University, Ukraine and graduated as PhD in 1966. He obtained the position Full Professor at same University in 1986. His scientific interests are Raman Spectroscopy, vibrational and orientational molecular relaxation, structure and spectroscopy partially ordered liquids, peculiarities of cluster structure of water and 10 first alcohols. He has published 6 books and more than 200 research articles in SCI (E) journals.

Recent Photograph: (High Resolution)



INFLUENCE OF CHOLESTEROL ON IR SPECTRA OF A MODEL LIPID MEMBRANE

Iryna Doroshenko¹, Abdulaziz Ziyodov², Nurbek Raimov²

¹Faculty of Physics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Faculty of Physics, Karshi State University, Karshi, Uzbekistan

E-mail: dori11@knu.ua

A lipid membrane is a simplified model of the biological cell membrane. Adding impurities to it (for example, cholesterol) can significantly affect its structure and physical properties. In this regard, the study of the influence of impurities on model lipid membranes is necessary for the study of the real mechanisms of the vital activity of living cells, in particular, their membranes [1].

Phospholipid dioleoylphosphatidylcholine (DOPC) was used for preparation of liposomes - spherical formations, the walls of which are formed from two layers of phospholipid molecules acting as a model membrane. Similar liposomes were prepared of a mixture of DOPC with cholesterol in a ratio 7:3 (70% of DOPC and 30% of cholesterol).

IR absorption spectra of these two types of liposomes were recorded using a Vertex 70 Fourier spectrometer (Bruker) in the spectral range of 600 – 3700 cm^{-1} with a resolution of 1 cm^{-1} . The IR absorption spectra of pure DOPC and liposomes, liposomes without added cholesterol and liposomes with 30% cholesterol content were compared and analysed. A comparison of these spectra shows that when cholesterol is added, the intensity of the absorption bands of the OH group decreases. The stretching vibrations of this functional group are manifested at a frequency of about 3400 cm^{-1} , and the bending vibrations at 1650 cm^{-1} . Both of these bands have greater intensity in the spectrum of liposomes containing pure DOPC, and become less intense when cholesterol is added. This fact is well consistent with the conclusion that cholesterol reduces the level of hydration of the lipid membrane, made in the work [2].

In the spectrum of the sample with the addition of cholesterol, there is also a decrease in the absorption intensity of the PO_2^- group, which is related to the lipid head of the phospholipid molecule (bands at frequencies of 1062 and 1089 cm^{-1}). In addition, the band maximum near 1240 cm^{-1} shifts to the high-frequency side - from 1238 cm^{-1} to 1245 cm^{-1} . All these changes indicate changes in the structure of the lipid membrane in the presence of cholesterol. Cholesterol molecules are embedded between phospholipid molecules, distancing them from each other [3]. As a result, the distance between the lipid heads increases, that is, the packing of the membrane becomes less dense, and cavities are formed in it, into which protein molecules can be embedded.

References

1. Bulavin L.A., Kuklin O.V., Nosovsky A.V., Solovyov D.V. Neutron and X-ray investigation of lipid membranes. Chornobyl: Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, 2021. - 160 p.

2. Aguilar L. F., Pino J. A., Soto-Arriaza M. A. et al. Differential Dynamic and Structural Behavior of Lipid-Cholesterol Domains in Model Membranes. PLOS ONE. 2012. V. 7 (6). P. e40254.
3. Murugova, T., O. Ivankov, E. Ermakova, et al. Structural changes introduced by cholesterol and melatonin to the model membranes mimicking preclinical conformational diseases. General physiology and biophysics, 2020. V. 39(02). P. 135-144.

CONFORMATIONAL ANALYSIS OF ETHANOL DIMERS BY QUANTUM-CHEMICAL SIMULATION

I. Doroshenko¹, B. Kuyliyev², A. Nekboev², J. Parmonov²

¹Faculty of Physics, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

²Faculty of Physics, Karshi State University, Karshi, Uzbekistan

E-mail: dori11@knu.ua

In the liquid state, an intermolecular hydrogen bond is formed between ethanol molecules, resulting in the formation of relatively stable aggregates - clusters. The ethanol molecule has three conformations: trans- (t), and two gauche conformations (g- and g+) [1, 2].

The optimal geometric parameters and potential energies of the gauche (g) and trans (t) conformers of the ethanol molecule were calculated by quantum chemical modeling methods. Using the obtained optimal structures of conformers, all possible configurations of dimers were constructed: tt, tg, gt, and gg, where the first letter denotes the molecule that acts as a proton donor during the formation of a hydrogen bond, and the second denotes the molecule that serves as a proton acceptor [3]. Their geometrical parameters, dissociation energies and dipole moments are determined. The most probable dimer configuration was found; it turned out to be the gg configuration with a dissociation energy of 4.52 kcal/mol. The lowest probability has is the gauche-trance (gt) configuration.

In addition, the ratios of different configurations of dimers were calculated under the condition of the same number of molecules with gauche and trans orientations in the sample. It was found that 49% of the total number of dimers are the structures of gg type, 26% - tt configurations, 14% - tg and 11% - gt. These results are in good agreement with the results presented in [3].

For the optimized structures of ethanol dimers, IR absorption spectra were calculated. In the range of the stretching vibrations of the hydroxyl group, two bands were obtained for all conformations: the higher frequency band corresponds to vibrations of the free hydroxyl group, that is, it belongs to the acceptor molecule, while the lower frequency band belongs to the donor molecule. For the tt configuration, the frequencies of these vibrations are, respectively, 3825 and 3661 cm⁻¹; for the tg configuration - 3807 and 3657 cm⁻¹; for the gt configuration - 3824 and 3656 cm⁻¹; and for the gg configuration - 3807 and 3649 cm⁻¹.

References

1. Sasada Y., Takano M., Satoh T. Microwave spectrum and rotational isomerism in 1-d1 ethyl alcohol // J. Mol. Spectrosc. – 1971. – V. 38. – P. 33-42.
2. A. Nandi, R. Conte, Ch. Qu, P. L. Houston, Qi Yu, J. M. Bowman. Quantum Calculations on a New CCSD(T) Machine-Learned Potential Energy Surface Reveal the Leaky Nature of Gas-Phase Trans and Gauche Ethanol Conformers // Journal of Chemical Theory and Computation. – 2022. – V.18 (9). – P. 5527-5538.
3. D. Loru, I. Pena, M. E. Sanz. Ethanol dimer: Observation of three new conformers by broadband rotational spectroscopy // Journal of Molecular Spectroscopy. – 2017. – V. 335, N1. – P. 93 – 101.

METIL ASETAT MOLEKULASIDAGI MOLEKULYAR KLASSTERLARNI NOEMPIRIK HISOBLASHLAR YORDAMIDA O‘RGANISH

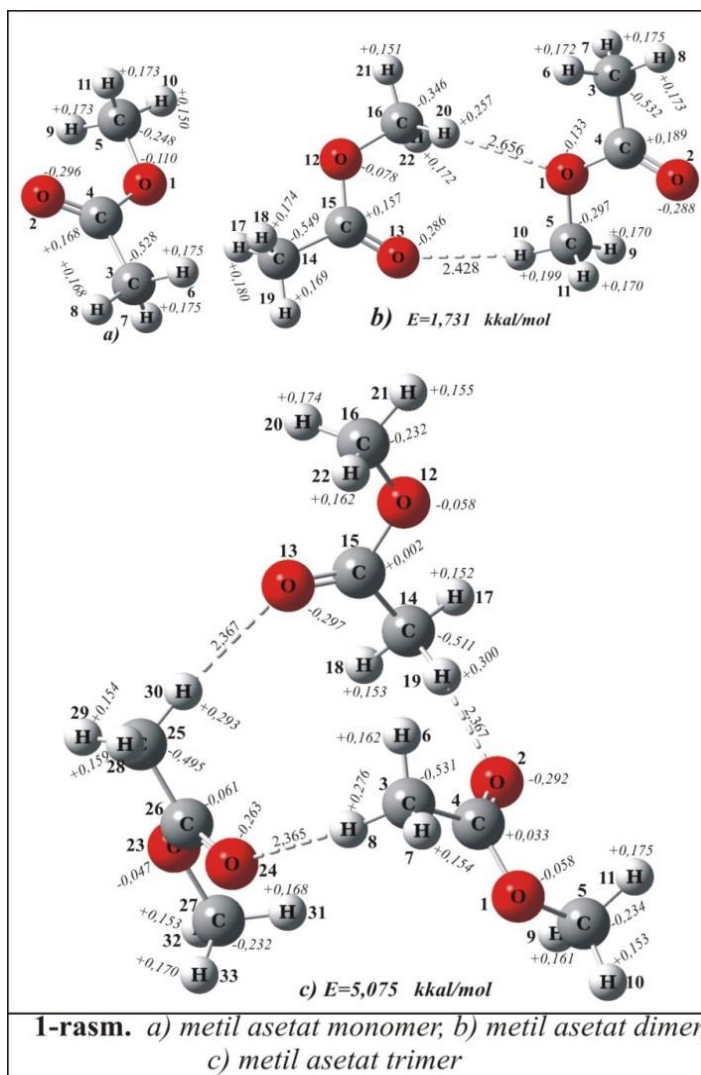
A. Jumabaev, A.A. Absanov, G‘.N. Sharifov, Z. Ernazarov
*Sh.Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti,
Universitet xiyoboni, 15, 140104. O‘zbekiston*

Kompyuter simulyatsiyalari kimyoviy va biokimyoviy sistemalar haqida muhim ma'lumotlarni taqdim etadi. Ushbu hisoblashlarning asosiy komponenti molekulalararo o‘zaro ta’sirlar tabiatining namoyon bo‘lishining asosiy tavsifi hisoblanadi [1]. Shu maqsadda akad. A.Q. Otaxo‘jayev nomidagi molekulyar spektroskopiya laboratoriyamizda suv, uglevodorodlar, organik birikmalar, kislotalar, efirlar va boshqa suyuqliklarning elektro-optik parametrlari tajriba va hisoblashlar yordamida o‘rganilmoqda.

Ushbu ishda molekulalararo o‘zaro ta’sirlar tabiatini o‘rganish maqsadida metil asetat moddasi tanlab olindi. Metil asetat meva hidli rangsiz shaffof suyuqlik bo‘lib, asosan bo‘yoq va laklar ishlab chiqarishda erituvchi sifatida va ko‘plab sanoat va maishiy erituvchilarning tarkibiy qismi sifatida ishlatiladi.

Metil asetat molekulasida molekulyar klasterlarning tabiatini o‘rganish maqsadida noempirik hisoblashlar o‘tkazildi. Hisoblashlar Gaussian 09 dasturida DFT usulida B3LYP/6-311++G(d,p) funksiyalar to‘plami negizida amalga oshirildi. Hisoblashlar yordamida metil asetat molekulasining monomer, dimer va trimerlarining elektrooptik parametrlari o‘rganildi [2]. Hisoblashlar shuni ko‘rsatdiki, metil asetatning molekulalari o‘zaro dimer hosil qilar ekan, dimer hosil bo‘lishida birinchi molekulaning C=O guruhidagi O₁ atomi qo‘shni molekulaning CH₃-guruhidagi bitta vodorod H₂₀ atomi bilan va ikkinchi molekulaning C=O guruhidagi O₁₃-atomi bilan birinchi molekulaning CH₃-guruhidagi H₁₀-atomi bilan vodorod bog‘lanishi orqali yopiq strukturali agregat hosil qiladi. Molekulalararo vodorod bog‘lanish yordamida metil asetat molekulalari yopiq strukturali dimer hosil qiladi, vodorod bog‘lanish bog‘ uzunliklari mos holda 2.656 Å va 2.429 Å ga teng (1-rasm). Dimer hosil bo‘lish energiyasi 1,73 kkal/molni tashkil etadi.

Vodorod bog‘lanishda ishtirok etayotgan vodorod va kislorod atomlarining zaryad taqsimotini o‘zgarganligini ko‘rish mumkin: $H_{20} +0,257$ dimer holatida (+0,150 monomer) va $O_1 -0,133$ (-0,110 monomer). Metil asetat monomer holatida $C=O$ tebranishga 1796.3 sm^{-1} polosa mos keladi, dimerda esa $1785,8\text{ sm}^{-1}$ va $1795,2\text{ sm}^{-1}$ mos keladi va monomerga nisbatan $10,5\text{ sm}^{-1}$ ga past chastota tomon siljiydi. Trimer hosil bo‘lishida barcha $C=O$ tebranishlar bog‘lanishda ishtirok etadi. Trimerda $C=O$ tebranishga uchta spektral chiziqlar 1767.5 sm^{-1} , 1778.9 sm^{-1} va 1779.2 sm^{-1} mos keladi, monomerga nisbatan $17,1\text{ sm}^{-1}$ gacha past chastota tomon siljiydi, 1-rasmning c) qismida metil asetatning trimerli klaster holati keltirilgan bo‘lib, uch xil tipdagi vodorod bog‘lanish hosil bo‘lar ekan: $O^2-H^{19}-2.367\text{ \AA}$, $H^8-O^{24}-2.365\text{ \AA}$, $O^{13}-H^{30}-2.367\text{ \AA}$. Xuddi dimer holatiga o‘xshash trimer holatida ham vodorod bog‘lanishda ishtirok etayotgan atomlarda zaryad taqsimotini o‘zgarishi kuzatildi. Trimer hosil bo‘lish energiyasi $5,075\text{ kkal/mol}$ ni tashkil etadi.



Adabiyotlar

1. James M. Briggs, Toan B. Nguyen, and William L. Jorgensen /Monte Carlo Simulations of Liquid Acetic Acid and Methyl Acetate with the OPLS Potential Functions. *J. Phys. Chem.* 1991, 95, 3315-3322, <https://doi.org/10.1021/j100161a065>
2. N.K. Karthick, G. Arivazhagan, P.P. Kannan. FTIR spectroscopic studies and DFT calculations on the binary solution of methyl acetate// *Journal of Molecular Liquids* 313 (2020) 113491. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2020.113491>

НАНО ВА СУБМИКРОНЛИ БИОЛОГИК СТРУКТУРАЛАРДА ПАСТ ЧАСТОТАЛИ КОМБИНАЦИОН СОЧИЛИШ СПЕКТРЛАРИ

И.А.Рахматуллаев¹, Н.В. Чернега², А.К. Курбонов³, Ҳ.З. Ботиров³

¹Ўзбекистон Республикаси Инновацион ривожланиш вазирлиги
хузуридаги Илғор технологиялар маркази, Тошкент, Ўзбекистон

²Россия Фанлар академиясининг П.Н. Лебедев номидаги Физика
институту, Москва, Россия

³Қарши давлат университети, Қарши, Ўзбекистон
e-mail: ilyoss@rambler.ru

Ҳозирги вақтдаги замонавий тадқиқотларда нано ва субмикронли объектларни ўрганишда фазовий чегараланган системаларнинг тебранма динамикасини чуқур таҳлил қилиш алоҳида ўринни эгаллайди: мазкур системаларда заррачаларнинг ўлчамлари, уларнинг мавжуд агрегат ҳолатлари, шакллари, эластик хусусиятлари, уларнинг атроф муҳит билан таъсирлашувлари орқали бундай системалар тўғрисида аниқ маълумотларни олиш мумкин. Тебранма ҳаракат динамикасини билиш орқали нано ва субмикронли заррачалар системаларини нанофотоника, электроника ва қатор биотиббийётдаги долзарб масалаларни амалиётда ечишда кенг қўлланишга замин яратади.

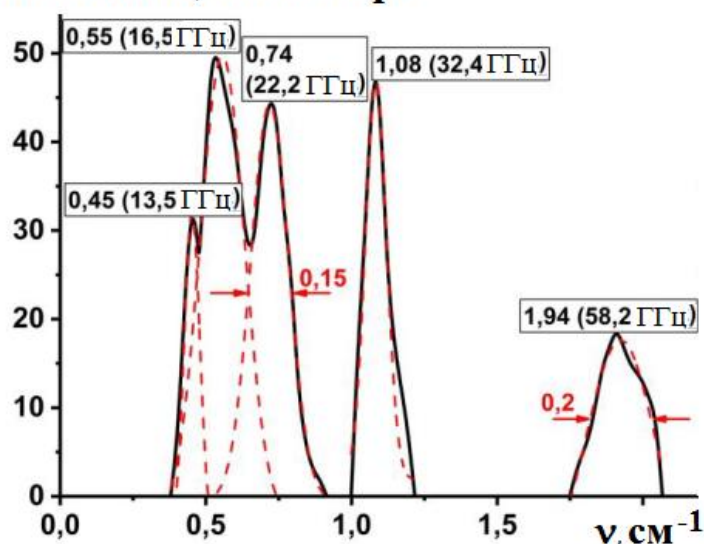
Нано ва субмикронли заррачаларнинг эластик хусусиятларини тажриба йўли билан аниқлашда одатда паст частотали ёруғликнинг комбинацион сочилиш (паст частотали комбинацион сочилиш - ПКС) спектроскопияси қўлланилади [1,2]. ПКС – ёруғликнинг ноэластик сочилиши бўлиб, электромагнит нурларнинг заррачаларнинг хусусий акустик тебранишлари билан ўзаро таъсири орқали юзага келади ва ўз навбатида системанинг морфологияси билан аниқланади. ПКС спектри ўзида системанинг эластик характеристикалари тўғрисида (заррачалар ҳамда уларни ўраб турган муҳит тўғрисида) ахборотларни элтади. Бу параметрлар сочилган нурнинг спектрал силжиши орқали аниқланади [1]. Сочилган нурнинг спектрал чизиғининг шакли орқали заррачаларнинг ўлчамлари бўйича тақсимланиши тўғрисида маълумотни олиш мумкин [1].

Мазкур ишда қатор биологик объектлар (ўсимликлар вируслари)нинг ПКС спектрлари ўрганилди ва ушбу турдаги объектларни идентификация қилиш имкониятлари кўрсатилди.

ПКС спектрларини уйғотиш учун импульсли рубин лазери қўлланилди ($\lambda = 694,3$ нм, $\tau = 20$ нс, $E_{\text{мак}} = 0,3$ Дж, $\Delta\nu = 0,015$ см⁻¹). Спектрлар бир вақтнинг ўзида тўғри ва қарама-қарши йўналишларда турли дисперсияли (0,3 см⁻¹ дан 8,3 см⁻¹ гача) Фабри-Перо интерферометрлари орқали қайд қилинди. Тадқиқотлар ҳона ҳароратида ўтказилди.

1-расмда гулхан мозаикаси вируси (вирус мозаики костра - ВМВ) ПКС спектри келтирилган (фосфат буферида).

Интенсивлик, нисб. бир.



1-расм. BMV вирусининг ПКС спектри (лазер интенсивлиги 0,2 ГВт/см²).

BMV (27-30 нм, 86 S) ўсимлик вируси ҳисобланади ва Bromovirus туркумига кириб, мусбат занжирли икосаэдрик РНК дан иборат. BMV вириони икосаэдр шаклидаги $T=3$ жойлашган 180 бир хилдаги капсид оқсилларидан иборат. Вирион структураси 0,34 нм аниқликда рентген кристаллография усулида аниқланган. Капсид суббирликлари уч хил ҳар хил шаклларда мавжуд бўлиб, 12 та пентамер ва 20 та гексамер капсомерларни ташкил этади. Капсид 5-6 нм қалинликка эга бўлиб, тахминан $3,6 \times 10^6$ Да оғирликка эгадир. Вирус заррачалари қарийб 22% нуклеин кислотаси ва 78% оқсилдан ташкил топган.

1-расмда келтирилган 0,45 см⁻¹ (13,5 ГГц), 0,55 см⁻¹ (16,5 ГГц), 0,74 см⁻¹ (22,2 ГГц), 1,08 см⁻¹ (32,4 ГГц) ва 1,94 см⁻¹ (58,5 ГГц) спектрал силжиш максимумлари ёруғликнинг олдинга ва орқага сочилиш геометрия схемалари орқали қайд этилган. Бирламчи нурнинг сочилиш нурига айланиш энергиясининг максимал самараси мос равишда 30%, 45%, 35%, 35% ва 15% ташкил қилди.

Тажрибалар кўрсатдики, турли биологик структураларда ёруғлик нурининг ноэластик сочилишининг паст частотали спектрини таҳлили мазкур структураларнинг механик хусусиятлари тўғрисида муҳим ахборотни олишга имкон беради ва натижада мазкур усулни бу структураларни бевосита идентификация қилишда фаол қўллашда фойдаланиш мумкин. Шундай қилиб, мазкур оргинал усулни қўллаш орқали тажрибада нано ва субмикронли заррачаларнинг хусусий частоталарини аниқлаш билан намунанинг ўлчаминини ёки товушнинг тарқалиш тезлигини ўлчаш мумкин.

Адабиётлар

1. Шевченко М.А. Вынужденное низкочастотное комбинационное рассеяние света в системах наноразмерных и субмикронных частиц. Дисс. к-та физ.-мат. наук, Москва: ФИАН, 2021. – 102 с.

2. Shevchenko, M. A., Chaikov, L. L., & Tcherniega, N. V. Coherent Stokes and anti-Stokes high-order components generation by biharmonic pumping via stimulated low-frequency Raman scattering // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, Vol. 245, pp.118902 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.saa.2020.11890>.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА МИКРО- И НАНОСТРУКТУР ОКСИДА ЦИНКА

М.Х.Давронов, И.А.Рахматуллаев

Центр передовых технологий при Министерстве инновационного развития
Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан
e-mail: ilyoss@rambler.ru

На сегодняшний день, в мире непрерывно возрастает интерес к изучению физических особенностей микро- и наноструктур на основе оксида цинка (ZnO). ZnO благодаря большой энергии экситона, 60 мэВ, и высокой механической и термической стойкости востребован для создания нанолазеров, пьезоэлектрических наногенераторов, солнечных элементов, газовых сенсоров и других элементов и устройств нанoeлектроники [1,2]. Свойства микро- и наноструктур ZnO зависят от методов синтеза, определяющих их кристаллическую форму и химическую чистоту и а также от различных характеристик самих частиц.

Как показал анализ литературы, что, несмотря на большое количество литературных данных по исследованию микро- и наноструктур ZnO, однако, слабо представлены данные по комплексному изучению различных физических свойств подобных структур, что являются актуальной задачей. В связи с этим цель настоящего исследования — изучение морфологических и структурных свойств микро- и наноструктур ZnO.

Исходным сырьем являлся порошок ZnO производства Sigma Aldrich чистотой 99%. Синтез микроструктур ZnO проводили методом микроволнового разложения: 2 г порошка ZnO и 1 мл раствора этиленгликоля смешивали и растирали в агатовой ступке в течение 20 мин. Затем смешанный порошок в количестве 2 г загружали в тигель из оксида алюминия и ставили в центр микроволновой печи при комнатной температуре в условиях нормальной атмосферы. В микроволновке обрабатывали в течение 15 мин при 180 С°. В результате были получены образцы в форме протяженных стержней. Для исследования наноструктур были использованы готовые нанопорошки белого цвета фирмы Sigma Aldrich.

Морфология поверхности микро- и наноструктур ZnO изучались с помощью сканирующего электронного микроскопа SEM — EVO MA 10 (Carl Zeiss, Германия). Далее элементный состав на локальном участке определялся с помощью энергодисперсионного элементного анализатора марки AZtec (Oxford

Instruments, Великобритания). По данным сканирующего электронного микроскопа (СЭМ), все синтезированные образцы ZnO состоят из микроструктур (рис. 1) характерным диаметром от 1 до 8 мкм. Аналогичные результаты были получены в работе [3]. Исследования структуры и фазового состава проводили на рентгеновском дифрактометре «PANalytical Empyrean» (Нидерланды).

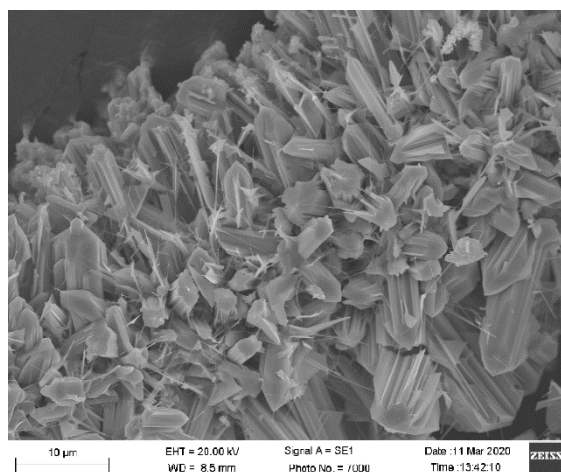


Рис. 1. СЭМ-изображение микроструктур ZnO, полученный микроволновым синтезом.

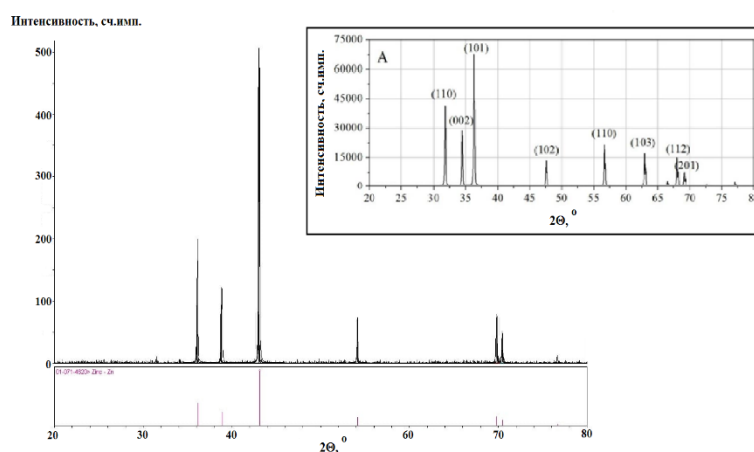


Рис. 2. Рентгенограмма микроструктур ZnO. Для сравнения на вставке приведена рентгенограмма микропорошков ZnO, полученная в работе [4].

В ходе экспериментальных исследований обнаружено, что синтезированные микроструктуры ZnO обладают значимой фотокаталитической активностью, несмотря на относительно низкую величину удельной поверхности. Этот факт, возможно, объясняется с крайне кристалличности (рис. 2) и низкой дефектностью [3] чистотой образцов ZnO. Рентгеноструктурным анализом (см.рис.2) установлено, что структура синтезированных образцов ZnO соответствует структурному типу вюрцита P6₃mc [4].

Таким образом, в работе методами сканирующей электронной микроскопии и рентгеновского дифрактометра исследованы морфологи-ческие и структурные свойства микро- и наноструктур оксида цинка. Использование метода микроволнового разложения, позволяющего проводить синтез за достаточно короткое время, представляется перспективным для получения хорошо закристаллизованных микроструктур оксида цинка.

Литература

1. Chin Boon Ong, Law Yong Ng, Abdul Wahab Mohammad. A review of ZnO nanoparticles as solar photocatalysts: Synthesis, mechanisms and applications // Renewable and Sustainable Energy Review, Vol. 81. pp.536–551 (2018).
2. Huang M. H., Mao S., Feick H. et al. Room-temperature ultraviolet nanowire nanolasers // Science, Vol.292. pp.1897 (2001).

3. Шапоров А.С., Запорожский В.В., Полежаева О.С. и др. Быстрый микроволновый синтез оксида цинка в солевых матрицах // Межд. науч. Журн. «Альтернативная энергетика и экология». – №1(45). – С.44-47 (2007).
4. Нешименко В.В. Структура, свойства и радиационная стойкость оксидных микро- и нанопорошков и отражающих покрытий, изготовленных на их основе. Дисс. д-ра физ.-мат. наук, Томск: ТУСУР, 2016. – 273 с.

NOEMPIRIK HISOBLASHLAR YORDAMIDA ATSETILATSETON VA SUV KLASTERLARIDA MOLEKULALARARO O‘ZARO TA’SIRLARNI O‘RGANISH

A. Jumabaev, A.A. Absanov, A. Norqulov, B. Hudayqulov

*Sh.Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, Universitet xiyoboni, 15,
140104.*

Hozirgi kunda kuchli vodorod bog‘langan sistemalar, jumladan atsetilatseton uchun ko‘plab tajriba va hisoblashlar olib borilmoqda[1]. Haqiqatdan ham bu molekula kislorod atomi bilan proton almashinishi tufayli vodorod bog‘lanish hosil qiladigan sodda molekulalardan biri hisoblanadi. Krogin izolyasiyalangan matrictsali tajriba usuli bilan atsetilatsetonning yuqori energiyalari izomerlarini UB yutilish spektrlari shuningdek, atsetilatseton IK va DFT hisoblashlari yordamida garmonik tebranish chastotalari orqali o‘rganilgan. Har bir izomerlari uchun turli energiyalar hisoblangan [1].

Atsetilatseton+suv komplekslari tajriba yordamida Fure (FTIR) infraqizil spektroskopiyasi hamda neon matrictsasi (ultra tovushli oqim) usuli bilan va angarmonik *ab initio* hisoblashlar hamda tajriba va nazariy hisoblash natijalarida olingan chastotalari mosligi bir necha hollarda, ma’lum bir izomerning tebranish polosalari uchun tarmoqlangan polosalarni olish uchun ishlatilgan [1]. Suv molekulalari sonining oshishi bilan atsetilatseton+suv klasterlarida molekulalararo o‘zaro ta’sir tabiatini o‘rganish katta qiziqish uyg‘otadi [2].

Ushbu ishda noempirik hisoblashlar yordamida atsetilatseton molekulalarining turli klasterlari: Atsetilatseton+(H₂O)₅ molekulalarining molekulyar komplekslari Gaussian 09 dasturida zichlik funktsiya nazariyasi (DFT) usulidan foydalangan holda B3LYP 6-311++G(d,p) bazislar to‘plami negizida amalga oshirildi [3].

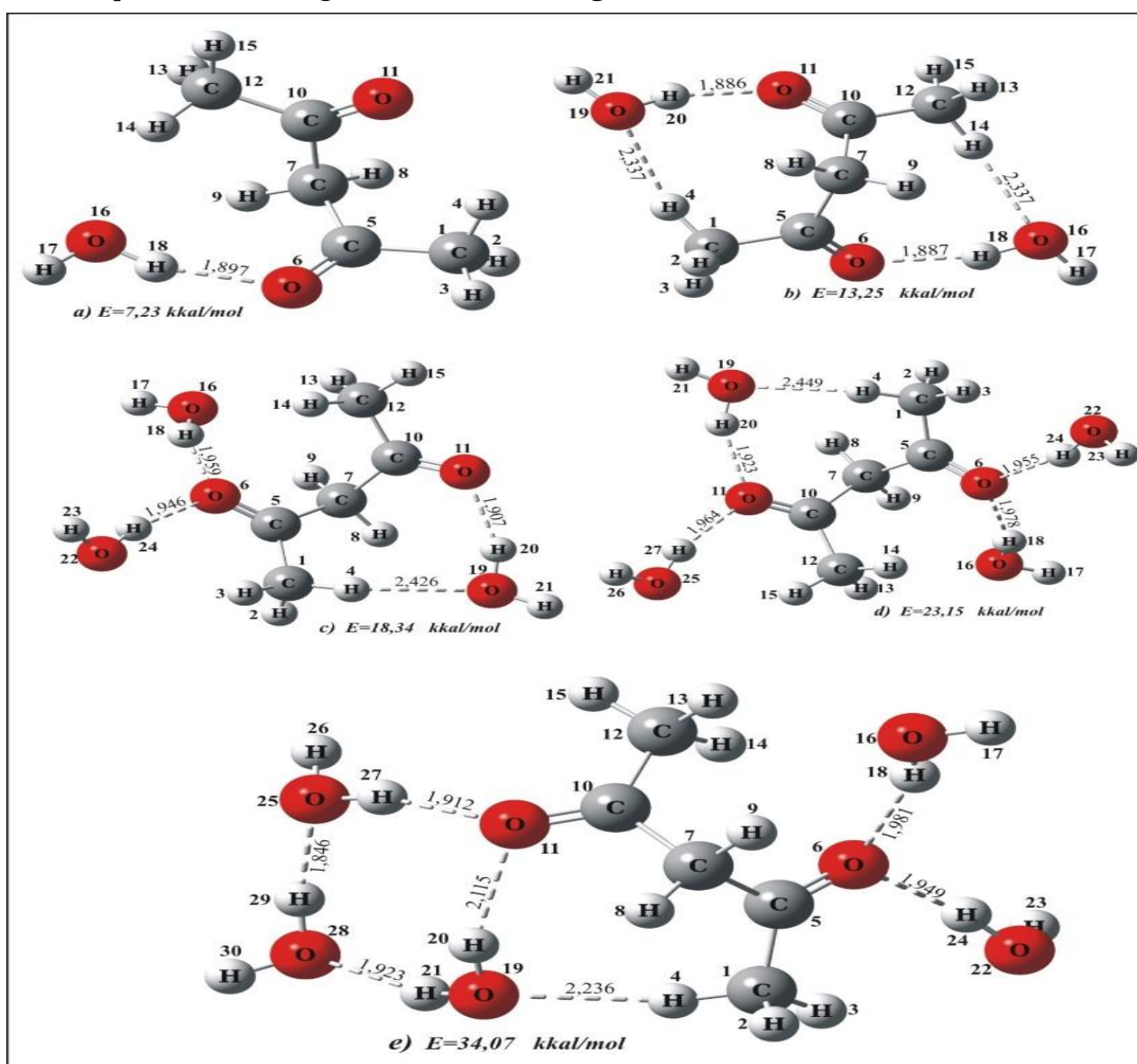
1-a) rasmda atsetilatseton+(H₂O)₁-bilan molekulyar klasterlari keltirilgan. Rasmdan ko‘rinadiki, Atsetilatsetonning O⁶ atomi bilan suv molekulasining H¹⁸ atomlari o‘rtasida H-bog‘lanish vujudga keladi, bog‘ uzunligi 1.897Å ga, atsetilatseton+(H₂O)₁ da spektiral chiziq maksimumi 1783 sm⁻¹ ga hamda kompleks hosil bo‘lish energiyasi 7.23 kkal/mol ga teng.

1-b)-rasmda atsetilatseton+(H₂O)₂ klasterlari keltirilgan bo‘lib, bu yerda atsetilatsetonning C=O guruhidagi 2 ta kislorod atomi ham H-bog‘lanishda ishtirok etadi. H-bog‘lanish uzunligi O⁶...H¹⁸-1.887Å, O¹¹...H²⁰-1.886Å ga teng. Bundan tashqari klaster hosil bo‘lishda atomlar o‘rtasida O¹⁹...H⁴-2.337Å, O¹⁶...H¹⁴-2.337Å

bog' uzunligiga teng kuchsiz o'zaro vodorod bog'lanish hosil qilar ekan. Klaster hosil bo'lish energiyasi $E=13.25$ kkal/mol ga teng.

Atsetilatseton+(H₂O)₃ klasterli holatida (1c-rasm) atsetilatseton+(H₂O)₂ klasterida bo'lgani kabi (1b-rasm) 2 ta C=O guruhlaridagi kislorod atomlari ham H-bog'lanish hosil bo'lishida ishtirok etadi: O⁶...H¹⁸-1.959Å, O⁶...H²⁴-1.946Å, O¹¹...H²⁰-1.907Å atom o'rtasida kuchli o'zaro vodorod bog'lanish va bundan tashqari atsetilatsetonning CH₃-guruhidagi H-atomi bilan nisbatan kuchsiz vodorod bog'lanish hosil qilgan. Bog' uzunligi O¹⁹...H⁴-2.426Å spektral chiziq maksimumi 1765 sm⁻¹ ga teng.

Atsetilatseton+(H₂O)₄ klasterlarini (2d-rasm) qaraganimizda, bu erda 4 xil tipdagi kuchli o'zaro vodorod bog'lanish hosil bo'lib, bog' uzunliklari: O⁶...H¹⁸-1.978Å, O⁶...H²⁴-1.955Å, O¹¹...H²⁷-1.964Å, O¹¹...H²⁰-1.923Å ga teng bo'lib CH₃-guruhidagi H-atomi orqali vodorod bog'lanishni hosil bo'lganini ko'rishimiz mumkin.



1-rasm. Atsetilatseton va suv klasterlarining hisoblashlarda olingan strukturasi:
a) Atsetilatseton+(H₂O)₁, b) Atsetilatseton+(H₂O)₂, c) Atsetilatseton+(H₂O)₃, d)
Atsetilatseton+(H₂O)₄, e) Atsetilatseton+(H₂O)₅

Atsetilatseton+(H₂O)₅ klasterlari hosil bo‘lishida 5 xil tipdagi kuchli o‘zaro vodorod bog‘lanish vujudga kelib, bog‘ uzunliklari: O⁶...H¹⁸-1.981Å, O⁶...H²⁴-1.949Å, O¹¹...H²⁷-1.912Å, O²⁵...H²⁹-1.846Å, O²⁸...H²¹-1.923Å ga teng. Bu klasterda ham 2 ta kuchsiz vodorod bog‘lanishni ko‘rishimiz mumkin va bog‘ uzunliklari quyidagicha O¹¹...H²⁰-2.115Å, O¹⁹...H⁴-2.236Å C=O tebranish polosasi 1751 sm⁻¹ ga teng bo‘lib (Atsetilatseton+(H₂O)₁ 1783 sm⁻¹) 32 sm⁻¹ ga past chastota tomon siljigan.

Hisoblashlar shuni ko‘rsatadiki atsetilatseton molekulasini suv molekulasini bilan molekulyar klasterlar hosil qiladi. Klasterda suv molekulasini soni ortishi bilan klaster hosil bo‘lish energiyasi ortib boradi va vodorod bog‘lanish hosil bo‘lishi natijasida spektiral chiziqlarning maksimumi past chastota tomonga siljiydi.

Adabiyotlar:

1. S. Coussan, Y. Ferro, A. Trivella, M. Rajzmann, P. Roubin, R. Wieczorek, C. Manca, P. Piecuch, K. Kowalski, M. Włoch, S. A. Kucharski, M. Musiał, Experimental and Theoretical UV Characterizations of Acetylacetone and Its Isomers, *J. Phys. Chem. A* **2006**, *110*, 3920-3926, <https://doi.org/10.1021/jp056834r>
2. F.H.Tukhvatullin, U.N.Tashkenbaev, A.Jumabaev, H Hushvaktov, A.Absanov, G.Sharifov, Journal of nonlinear optical physics & materials, Vol.22,No.2, **2013**, 1350022 (9 pages), <https://doi.org/10.1142/S0218863513500227>
3. M.J. Frisch, et al. Gaussian 09, Gaussian, Inc., Wallingford CT, **2010**.
4. М.Белобров. Водородная связь. Киев. Наукова Думка. **1991**. С.316.

CAPABILITY OF SPECTROSCOPIC CHARACTERIZATION FOR FAST SCREENING OF MULTICOMPONENT POLYMER-BASED NANOCOMPOSITES FOR ANTITUMOR THERAPY

Antonina Naumenko

Faculty of Physics, Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Volodymyrs'ka Str. 64/13, 01601 Kyiv, Ukraine
a_naumenko@univ.kiev.ua

1. Introduction

In modern medicine, the development of systems for the selective delivery of drugs directly into the affected cells is relevant, without affecting the healthy cells. In recent years, the possibility of using nanocomposites based on polymers as targeted delivery of photosensitizers (PS) for photodynamic antitumor therapy (PDT) is actively explored. Nanocomposites containing PS have a number of advantages over the initial photosensitizing drugs, since they prevent the aggregation of PS molecules, which leads to a decrease in its activity. In addition, nanocomposites based on polymers can be additionally loaded with various drugs, which in turn enhance the effect of treatment.

2. Materials and Metods

As a nanocarrier, a branched copolymer obtained by grafting polyacrylamide (PAA) chains onto dextran ($M_w = 7 \times 10^4$ g/mol⁻¹) backbone was used. The theoretical number of grafted Polyacrylamide chains to polysaccharide backbone for the sample we used as a polymer nanocarrier in the present work was equal to 5, and the related Dextran-graft-Polyacrylamide copolymer was referred as D70-g-PAA. Molecular parameters of the polymer sample are: $M_w = 2,15 \times 10^6$ g/mol, $R_g = 85$ nm, $M_w/M_n = 1,72$. The choice of this copolymer among the series of the branched samples synthesized was based on our previous research.

We studied double systems: “polymer/anticancer drug”, “polymer/Au(Ag)NPs”, “polymer/semiconductor NPs”, “polymer/photosensibilisator (PS); triple systems “polymer/metal NPs/small molecule” and multicomponent systems “polymer/AuNPs/Ps/anticancer drugs”. All these systems were synthesized by chemists of Taras Shevchenko National University of Kyiv (supervisor prof. N.Kutsevol).

For sample characterization we used such methods of optical spectroscopy as absorption, Photoluminescence (fluorescence, phosphorescence), Fluorescence excitation, Raman scattering, IR absorption.

The absorption spectra were registered with a spectrophotometer Cary 60 (Agilent) in the range of 200 – 800 nm. The spectral resolution was of 1 nm. Fluorescence spectra were registered with Cary Eclipse (Varian, Australia) fluorescent spectrophotometer in the range of 200 – 800 nm and FluoroMax Plus PC (Horiba, Japan) in the range 900 – 1470 nm. The spectral width of a slits for fluorescence measurements were of 5 nm. The recording of all the spectra were carried out in standard quartz cuvettes 1×1×4 cm (transmission range 170 – 1000 nm).

3. Results and Discussion

The Chlorin e6 (Ce6) derivatives: dimethyl ester (DME Ce6) and trimethyl ester (TME Ce6) of Chlorin e6 were obtained from Laboratory of Biophysics and Biotechnology (Belarusian State University, Belarus). The structural formulas of the studied PSs are presented in Fig.1. As can be seen, the DME Ce6 and TME Ce6 molecules differ from the Ce6 molecule by the presence of two or three ether groups instead of carboxyl ones, which leads to their greater hydrophobicity and, consequently, the probability of aggregation of these molecules in aqueous solution increases.

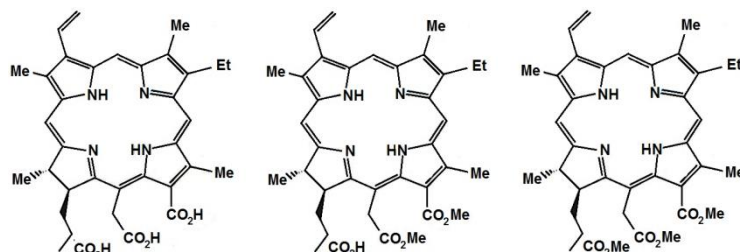


Figure 1. The structural formulas of the studied PSs: Ce6 (a), DME Ce6 (b), TME Ce6 (c)

Due to the highly coupled pi-electron system, porphyrins have a very characteristic absorption spectrum: one, the so-called Soret band, a very intense band in the region of 380 – 420 nm, and several less intense bands in the region of 500 – 750 nm (Q-band). Fig.2 shows absorption spectra of aqueous solutions of Ce6, DME Ce6 and TME Ce6.

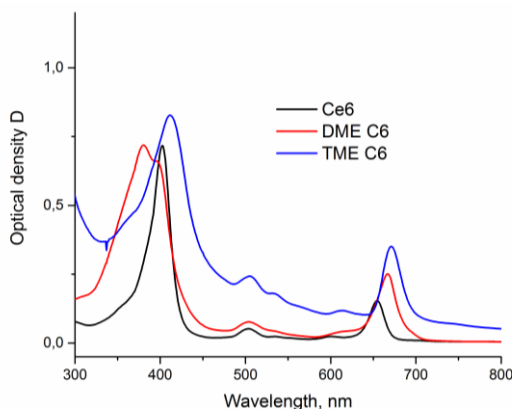


Figure 2. Absorption spectra of aqueous solutions of Ce6 (black line), DME Ce6 (red) and TME Ce6 (blue line).

In the absorption spectrum the most intense bands appear at the boundary of the visible and UV regions of the spectrum at 399 nm – the Soret band, and at the boundary of the visible and IR regions of the spectrum at 662 nm. The optical density of Soret bands approximately the same for all three compounds. The broadening of the bands and their redshift indicate an increase in aggregation processes with increasing hydrophobicity of the system.

At the same time the intensity of bands in the vicinity of Q-band at ~670 nm increase in the row: Ce6→DME Ce6→TME Ce6, i.e. demonstration increasing of ratio D670/D405 and enhancement of PDT activity of molecules.

The interaction of the studied photosensitizers with the polymer matrix was also confirmed by the fluorescence spectra, which are presented in Figure 3.

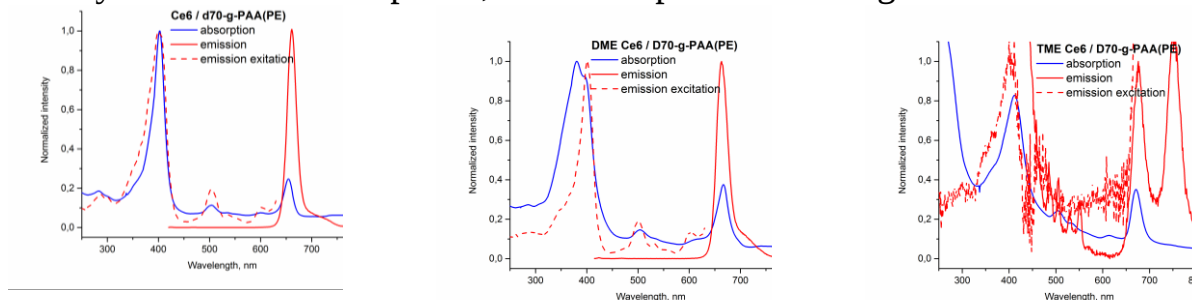


Figure 3. Fluorescence (red line) and fluorescence excitation (dot red line) spectra of PS/D70-g-PAA(PE) systems, where PS=Ce6(A), DME Ce6 (B) and TME Ce6 (C). The absorption spectra for comparison are given by blue line

Conclusions

The spectral characteristics of nanosystems Polymer/Photosensitizers of the Chlorin series have been studied. Comparison of the absorption and fluorescence spectra of solutions of Ce6 in water and in the presence of polymers Dextran-Polyacrylamide in anionic form showed an visible effect of the anionic matrix on the photophysical properties of studied photosensitizers. It was shown that in the absorption spectra of aqueous Ce6 and its modified forms - dimethyl- (DME) and trimethyl (TME) esters – in the UV range and the visible range of the spectrum there

is a characteristic position of absorption maxima: Soret band 389 - 410 nm, Q-band 506, 536, 590 - 616 nm, however, upon transition from Ce6 to DME and TME, changes in the intensities and band shapes of these spectra are observed. The redshift of the Q4 band in the Ce6-DME-TME series and the appearance of a band at 752 nm (for TME), when these PSs are introduced into the polymer matrix, make them more promising for PDT compared to aqueous solutions.

ПРОЯВЛЕНИЕ СТРУКТУРНОЙ ИЗОМЕРИИ В ОПТИЧЕСКИХ СПЕКТРАХ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ПЛАТИНЫ (II)

Дмитрий Грынть¹, Антонина Науменко¹, Zilola Chovkaeva², Shavkat Dilmurodov², Asilbek Kodirov²

¹Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, Киев, Украина
a_naumenko@univ.kiev.ua

²Каршинский государственный университет, Физический факультет,
Узбекистан

Введение

В настоящее время химиотерапия остается одним из основных методов лечения больных со злокачественными образованиями. Цисплатин является противоопухолевым препаратом с подтвержденным лекарственным действием и широко применяется с 1978 года. Известно, что соль платины (II) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ существует в двух изомерных модификациях – цис- и транс-формах (Рис.1). Однако до последнего времени основные исследования проводились лишь для цис-формы (цисплатин), поскольку известно, что именно в этой структурной модификации возможно интеркалирование вещества вовнутрь ДНК присоединением к соседним базам, и именно это свойство применяется в противоопухолевых препаратах.

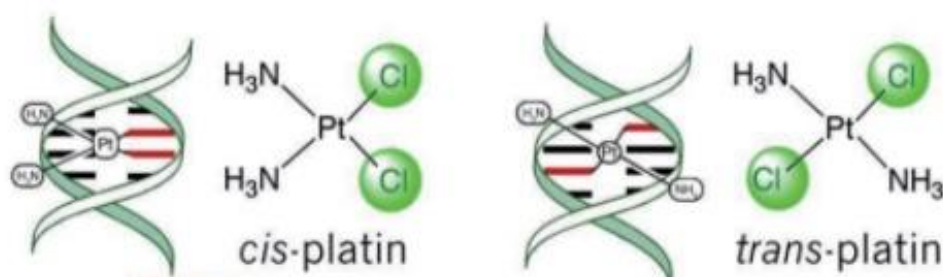


Рисунок 1. Схематическое изображение цис- (слева) и транс- (справа) изомеров соли платины (II) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$

Однако препарат является довольно токсичным и дает серьезные побочные эффекты, поэтому в поисках альтернатив обратили внимание на изомер цисплатина – трансплатин. Трансплатин показывает меньшую эффективность, но также взаимодействует с ДНК, связывая базы соседних цепей. Кроме того, трансплатин способен повышать эффективность некоторых препаратов,

применяемых в химиотерапии, что влечет за собой снижение их концентрации и, следовательно, уменьшение пагубного влияния на организм пациента.

В работе проведено сравнение оптических свойств водных растворов двух изомеров соли платины (II) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ цисплатина и трансплатина с использованием таких методов оптической спектроскопии как оптическое поглощение, флюоресценция, возбуждение флюоресценции.

2. Исследуемые образцы и методика эксперимента

В работе использовались паспортизованные порошки соли платины (II) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$, приобретенные в Sigma Aldrich. В качестве растворителя использовалась аптечная форма дистиллированной воды для инъекций, чистота которой проверялась дополнительно с эталонным образцом и была признана удовлетворительной для проведения исследований.

Для корректности сравнения результатов приготавливались образцы одинаковой концентрации обеих форм и таким образом, чтобы оптическая плотность спектров поглощения была меньше 1. Экспериментально была подобрана приемлемая концентрация $0,5 \times 10^{-3} \text{M}$.

Спектры поглощения в оптическом диапазоне 200 – 800 нм были измерены с помощью спектрофотометра UV-1900 (Китай), спектры флюоресценции и возбуждения флюоресценции получены на флюоресцентном спектрофотометре Cary Eclipse (Varian, Австралия). Спектральная ширина щелей составляла 5 нм, исследуемые растворы помещались в стандартные кварцевые кюветы размером $1 \times 1 \times 4$ см. Все измерения проводились при комнатной температуре (300 К).

Экспериментальные результаты обрабатывались с использованием программы *OriginPro*.

3. Результаты и их обсуждение

На Рис. 2 приведены спектры поглощения, люминесценции и возбуждения люминесценции водных растворов цис- и транс- форм соли платины (II) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$

Из Рис.2, а видно, что спектры поглощения обоих соединений схожи, однако наблюдается несколько меньшая плотность поглощения и большая структурированность наряду с незначительным красным сдвигом (см. Табл. 1) спектра трансплатина по сравнению со спектром цисплатина.

В отличие от спектров поглощения, в спектрах флюоресценции (Рис. 2, б) зафиксировано полное подобие, как спектров излучения, так и возбуждения. Единственным четко зафиксированным отличием есть более высокая интенсивность (около 2 раз) спектров трансплатина для растворов одинаковой концентрации.

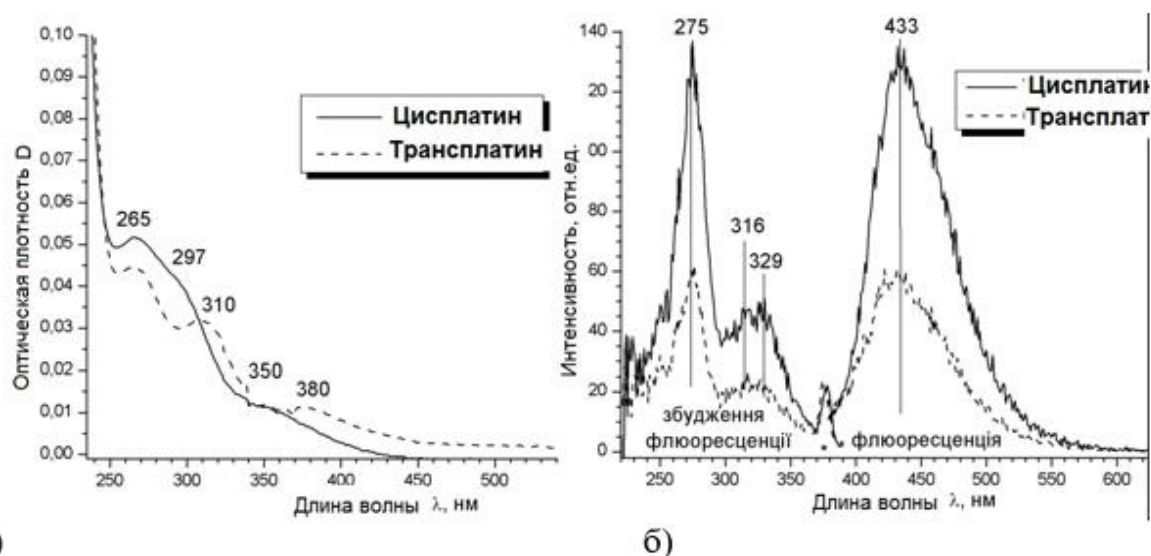


Рисунок 2. Спектры поглощения (а) и флюоресценции и возбуждения флюоресценции (б) цис- и транс-изомеров соли платины (II) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ (сплошная и пунктирная линии соответственно)

Таблица 1.

Спектральные положения полос поглощения и флюоресценции (в нм) цис- и транс-изомеров соли платины (II) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$

Метод	Цисплатин	Трансплатин
Поглощение	265, 297, 350	365, 310, 380
Флюоресценция	432	433
Возбуждение флюоресценции	375, 316, 329	375, 316, 329

Выводы

Проведено сравнение спектров оптического поглощения, флюоресценции и возбуждения флюоресценции двух изомеров соли платины (II) $\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2$ цисплатина и трансплатина.

Продемонстрировано различное проявление структурной изомерии исследуемых веществ при использовании различных методов исследования: в спектры поглощения трансплатина примечательны более четким проявлением структуры при незначительном уменьшении плотности поглощения, в то время как полосы в спектрах флюоресценции и ее возбуждения имеют одинаковую форму и спектральное положение, существенно отличаясь в интенсивности. Очевидно, эти отличия связаны, прежде всего, с более высокой симметрией транс-изомера.

VODOROD FTORIDNING ASETALDEGID BILAN HOSIL QILGAN KLASTERLARINING NOEMPERIK HISOBLASH

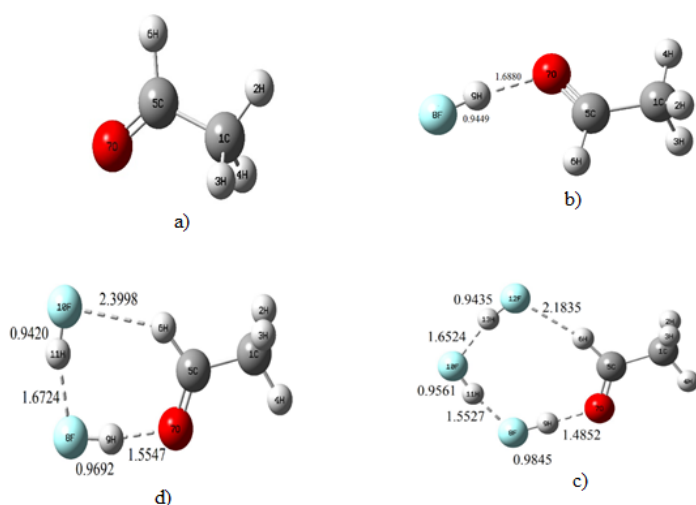
G'. Murodov¹, U. Xo'jamov¹, G. Nurmurodova¹, A. Amonov¹

¹Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti, Samarqand, Universitet xiyoboni 15. O'zbekiston.

e-mail: gnurmuradava@gmail.com

Ushbu ishda asetaldegidning vodorod ftorid bilan hosil qilgan molekulyar klasterlarining $[CH_3CHO...(HF)_{1 \leq n \leq 3}]$ shakllanish mexanizmini o'rganish maqsadida Gaussian-09 dasturida zichlik funksional nazariya (DFT) usuli va BLYP/6-311++G(d,p) funksiyalar to'plami asosida hisoblashlar olib borildi.

Ishda aldegidlar sinfining organik birikmasi hisoblangan asetaldegidning vodorod ftorid bilan o'zaro ta'sirini, nazariy hisoblashlar orqali izolatsilangan holatda molekulyar klasterlarning shakllanishida ichki vodorod bog'lanish va molekulalararo vodorod bog'lanish o'rni hamda o'rganilgan ob'ektlardagi molekulyar klasterlarning geometrik va spektroskopik va elektrooptik parametrlari aniqlangan. Molekulyar klasterlar tarkibidagi vodorod ftorid molekulalarining soni ortishi bilan klasterda bog'lanish energiyalarini ortib borishini kuzatishimiz mumkin.



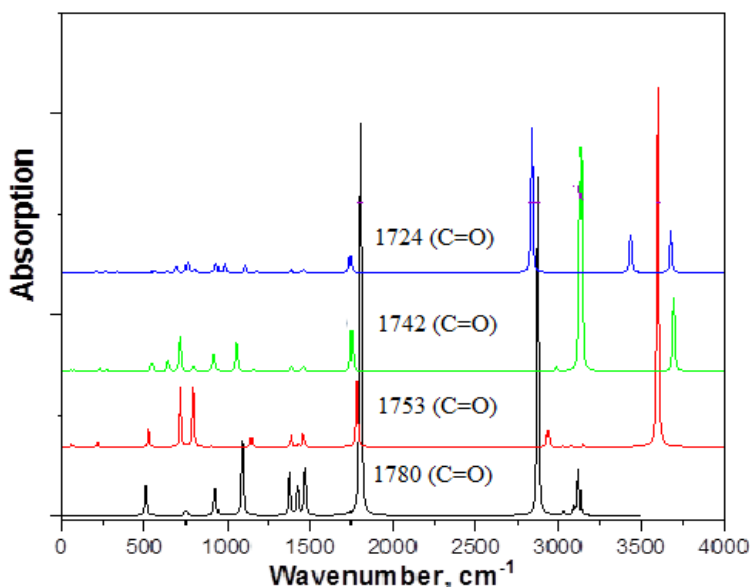
1-Rasm. $[CH_3CHO...(HF)_{1 \leq n \leq 3}]$ molekulyar klasterlarning tuzilishi (B3LYP/6-311++G(d,p)): CH_3COH monomer (a), kompleks $CH_3CHO...HF$ (b), dimer $CH_3CHO... (HF)_2$ (d), trimer $CH_3CHO... (HF)_3$ (c).

Rasmlardan ko'rinadiki, molekulyar klasterlarning hosil bo'lishida vodorod bog'lanish muhim rol o'ynaydi. 1-(a) rasmda asetaldegid molekulasining optimal geometriyasi keltirilgan. Bu yerda C=O bog'lanishning uzunligi 1.206 Å ni tashkil qiladi.

Asetaldegid molekulasining bitta vodorod ftorid molekulasi bilan vodorod bog'lanishlar orqali hosil qilgan molekulyar klasteri orasida vodorod bog'ining uzunligi 1.688 Å ga C=O ni bog'lanish uzunligi 1.214 Å ga

teng ekanligini ko'rishimiz mumkin. Bundan ko'rinadiki, asetaldegid molekulasining monomer holatidagi C=O ning bog' uzunligi vodorod ftorid bilan kompleks hosil bo'lishidagi bog' uzunligidan ~ 0.008 Å ga farq qilar ekan.

Molekulalararo vodorod bog'lanish sababli, CH_3COH molekulasining C=O va C-H funksional guruhlariga tegishli tebranish chastotalari (1803 cm^{-1} , 2877 cm^{-1}) vodorod ftorid bilan kompleks hosil qilishi natijasida esa C=O ning tebranish chastotasi 1780 cm^{-1} gacha past chastota va C-H ning tebranishi 2937 cm^{-1} gacha yuqori chastota tomonga siljiydi. H-F ning bog' uzunligi 0.9449 Å ga teng (b rasmda) ekanligi ish natijalari bilan mos keladi.



2-Rasm. $[CH_3CHO \cdots (HF)_{1-3}]$ molekulyar klasterlarning C=O va C-H tebranish IQ yutilish spektrlari.

CH_3CHO ning $(HF)_2$ molekulası bilan molekulyar klasterida ichki vodorod bog‘lanish vujudga keladi. Kompleksga nisbatan dimerda vodorod bog‘lanish biroz farq qiladi va uchta vodorod bog‘lanish vujudga keladi. Shu sababli dimerning bog‘lanish energiyasi 31.92 kkal/molgacha ortadi. Dimerda C=O ning tebranishi 1753 sm^{-1} polosa, C-H tebranishga esa 2986 sm^{-1} polosa mos keladi. Klasterlarda tebranish polosalarining siljishi uchta vodorod ftorid molekulası

qatnashgan trimerda ham C=O past chastota tomon $\sim 50\ sm^{-1}$ ga, C-H yuqori chastota tomon $\sim 109\ sm^{-1}$ gacha siljiydi (1-jadval). 1-(c) rasmda ham to‘rtta vodorod bog‘lanishli trimer molekulasining molekulyar klasterining strukturasi keltirilgan. Bunday trimerning hosil bo‘lish energiyasi 31.92 kka/molga teng. Har bir bog‘lanishning o‘rtacha energiyasi 25.60 kkal/molga teng.

Jadvaldan ko‘rinadiki, molekulyar klasterlarda vodorod ftorid molekulasining soni ortishi bilan molekulalararo ta’sir energiyasi ortishi kuzatiladi. Vodorod bog‘lanish uzunliklari 1.485 - 2.3998 Å ni tashkil qiladi.

Har bir molekulyar klaster hosil bo‘lishi natijasida tebranish chastotalari o‘zgarib borishi kuzatildi. (1-jadval)

1-jadval

Molekulyar klaster turlari	Vodorod bog‘ uzunliklari (Å)	Tebranish chastotasi (C=O), sm^{-1}	Tebranish chastotasi (C-H), sm^{-1}	Dipol momenti, (Deby)	Bog‘lanish energiyalari, (kkal/mol)
CH_3CHO	-	1803	2877	2.83	-
$CH_3CHO \cdots HF$	$r(H_9 \cdots O_7)=1.6880$	1780	2937	5.54	10.85
$CH_3CHO \cdots (HF)_2$	$r(H_9 \cdots O_7)=1.5547$ $r(H_{11} \cdots F_8)=1.6724$ $r(F_{10} \cdots H_6)=2.3998$	1753	2986	4.82	21.16
$CH_3CHO \cdots (HF)_3$	$r(H_9 \cdots O_7)=1.4852$ $r(H_{11} \cdots F_8)=1.5527$ $r(F_{10} \cdots H_{13})=1.6524$ $r(F_{12} \cdots H_6)=2.1835$	1742	3011	4.71	31.92

Hisoblashlar shuni ko'rsatdiki, kompleks va dimer hosil bo'lish jarayonida C=O hamda C-H bog'lanish uzunliklari o'zgarishi kuzatiladi. Hamda asetaldegid molekulasidagi vodorod ftorid molekulasidagi turli xildagi komplekslar hosil qiladi va ular bir nechta turdan iborat bo'lishi mumkin. Ya'ni asetaldegidning C=O guruhidagi kislorod atomi bilan vodorod ftoridning H-F guruhidagi vodorod atomi bilan hosil qilgan komplekslari mavjud. Asetaldegid va vodorod ftorid molekulasidagi komplekslarida vodorod ftorid molekulasidagi ftoridning oshib borishi bilan turli tipdagi vodorod bog'lanishlar natijasida ochiq va yopiq turdagi komplekslar hosil bo'ladi. Klasterlarning hosil bo'lishi natijasida energiyalari ham o'zgarib oshib borar ekan.

Adabiyotlar

1. Hobza, P.; Havlas, Z. Chem. Phys. Lett. 1999, 303, 447.
2. Gu, Y.; Scheiner, S. J. Am. Chem. Soc. 1999, 121, 9411.
3. Qian, W.; Krimm, S. J. Phys. Chem. A 2002, 106, 6628.
4. Pimentel, C. G.; McClellan, A. L. The Hydrogen Bond; W. H. Freeman: San Francisco, CA, 1960.
5. H. Matsuura, H. Yoshida, M. Hieda, S. Yamanaka, T. Harada, K. Shi-ya, K. Ohno, J. Am. Chem. Soc. 125 (46) (2003) 13910.

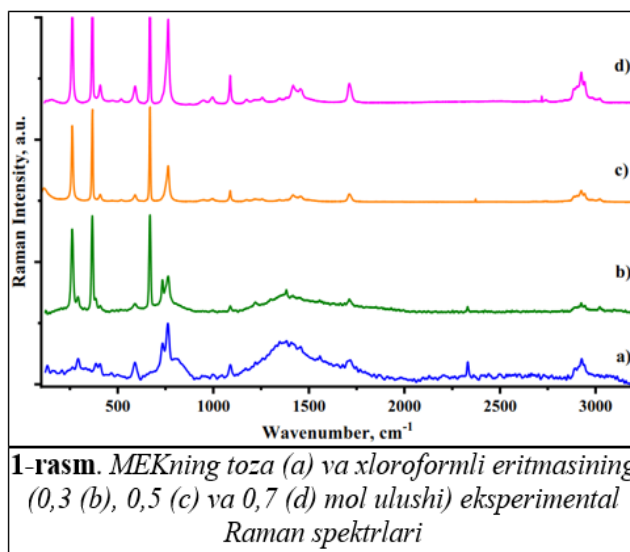
METIL ETIL KETONNING XLOROFORMLI ERITMALARIDAGI MOLEKULAR AGREGATLARNING TUZILISHI VA ULARNING RAMAN SPEKTRLARI

H.A. Hushvaktov, L.X. Djumanov, U.A. Holikulov

Sh.Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti Muhandislik fizikasi instituti

hakim@samdu.uz

Kondensirlangan holatlardagi molekularlarning ta'sirlashuvi va molekulyar agregatlarning hosil bo'lish mexanizmlarini o'rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, molekulyar agregatlarning shakllanish mexanizmlarini va molekulararo o'zaro ta'sirlarning umumiy qonuniyatlarini hamda yorug'lik maydoni ta'sirida bu molekulyar agregatlarning tebranish spektrida namoyon bo'lishini aniqlash shu soha taraqqiyotini belgilovchi omil hisoblanadi. Shuning uchun eritmalaridagi molekulyar agregatlarning shakllanish mexanizmini o'rganish bugungi kunda ham dolzarb masala sifatida qaralmoqda. Suyuqliklardagi assotsatsiya va solvatsiya jarayonlari molekularlarning ko'pgina



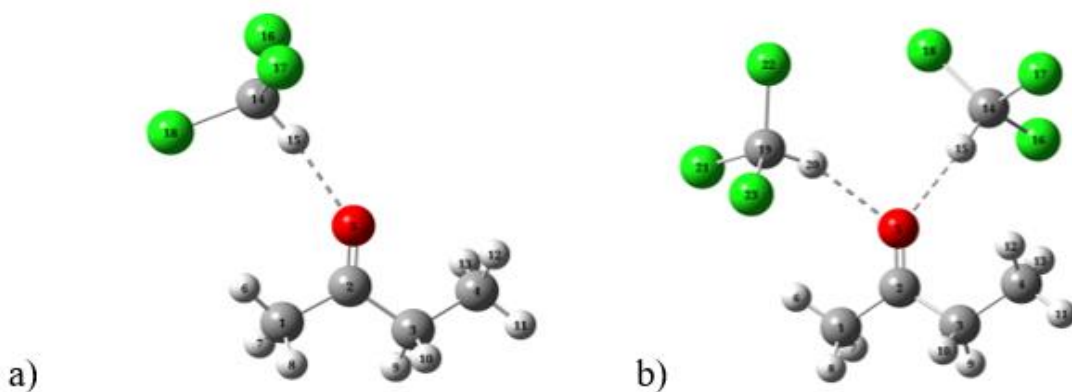
1-rasm. MEKning toza (a) va xloroformli eritmasining (0,3 (b), 0,5 (c) va 0,7 (d) mol ulushi) eksperimental Raman spektrlari

fizik-kimyoviy xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, bu jarayonlar suyuqliklarning tebranma spektrlarida yaqqol namoyon bo'ladi [1, 2].

Ushbu ishda metil etil ketonning (MEK) turli konsentratsiyadagi xloroformli eritmalaridagi molekulyar agregatlarning tuzilishi va hosil bo'lish mexanizmi Raman spektroskopiyasi va kvant-kimyoviy hisoblash usullari yordamida o'rganildi. Hisoblashlar zichlik funksional nazariyasi (DFT) usulida B3LYP/6-311++G(d,p) funksiyalar to'plami asosida Gaussian 09W dasturida [3] amalga oshirildi.

1-rasmdan ko'rinadiki, MEKning Raman spektrlari murakkab ko'rinishiga ega ekanligi, bu murakkablik, ayniqsa C=O tebranish sohasiga ($1400-1600\text{ cm}^{-1}$) to'g'ri keladi. Shuningdek, turli konsentratsiyadagi xloroformli eritmalarida C=O tebranishga tegishli spektral polosa past chastota tomonga siljigan. Bunday murakkablik va spektral polosaning o'zgarishi eritmada molekullararo ta'sir kuchlari sababli yuz beradi.

Hisoblash natijalariga ko'ra, MEK+1xloroform va MEK+2xloroform komplekslarining optimal geometrik strukturalari 2-rasmda keltirilgan. MEK+1xloroform kompleksda MEKning kislorod atomi (O^5) va xloroformning vodorod (H^{15}) atomlari orasida molekullararo vodorod bog'lanish mavjud bo'lib, bu bog' uzunligi $2.1\text{ \AA}$ ni tashkil etadi. MEK+2xloroform kompleksda esa MEKning kislorod atomi (O^5) va xloroform molekullarining vodorod (H^{15} va H^{20}) atomlari orasida molekullararo vodorod bog'lanish mavjud bo'lib, bu bog' uzunliklari mos ravishda $2.15\text{ \AA}$ va $2.22\text{ \AA}$ ga teng. Komplekslardagi molekullararo ta'sir energiyalari mos ravishda 4.81 kkal/mol va 8.02 kkal/mol ni tashkil etishini aniqladik.



2-rasm. MEK+1xloroform (a) va MEK+2xloroform (b) komplekslarining optimal geometriyasi.

Geteroassotsiatlarning hosil bo'lishida molekullararo ta'sirlar natijasida molekullarning geometrik parametrlari o'zgaradi. MEKning C=O funksional guruhining bog' uzunligi monomer holatiga ($1.2118\text{ \AA}$) nisbatan MEK+1xloroform kompleksining hosil bo'lishida $0.004\text{ \AA}$ ga, MEK+2xloroform kompleksining hosil bo'lishida esa $0.008\text{ \AA}$ ga ortadi. MEKning C^3-C^2 va C^2-C^1 atomlari orasidagi masofa esa monomer holatiga (1.5230 va 1.5179) nisbatan MEK+1xloroform kompleksining hosil bo'lishida $0.0038\text{ \AA}$ va $0.0062\text{ \AA}$ ga, MEK+2xloroform komplekslari hosil bo'lishida esa mos ravishda $0.0036\text{ \AA}$ va $0.0061\text{ \AA}$ ga kamayadi. Qolgan bog' uzunliklari deyarli o'zgarmaydi. Bu o'zgarishlar va molekullararo ta'sir energiyasi

MEK+2xloroform kompleksining MEK+1xloroform kompleksiga nisbatan turg'unroq ekanligini ko'rsatadi.

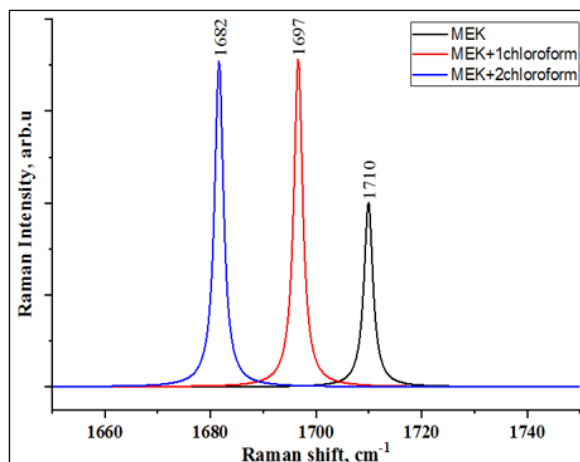
O'tkazilgan AIM topologik tahlil natijalari (1-jadval) MEK+1xloroform va MEK+2xloroform komplekslari kuchsiz vodorod bog'lanishlar ($C^2=O^5\cdots H^{15}-C^{14}$, $C^2=O^5\cdots H^{15}-C^{14}$ va $C^2=O^5\cdots H^{20}-C^{19}$) yordamida hosil bo'lishini tasdiqladi.

1-jadval. MEK+1xloroform va MEK+2xloroform komplekslarining topologik parametrlari

Kompleks	Bog'lanishning kritik nuqtasi	Elektron zichlik, $\rho(r)$	Elektron zichlik Laplasiani, $\nabla^2\rho(r)$	Energiya zichligi, $H(r)$	Potensial energiya zichligi, $V(r)$	Vodorod bog'lanish energiyasi, E_{int}
MEK+1xloroform	$C^2=O^5\cdots H^{15}-C^{14}$	0.0179	0.0655	0.0024	-0.0115	3.61
MEK+2xloroform	$C^2=O^5\cdots H^{15}-C^{14}$	0.0157	0.0576	0.0022	-0.0099	3.11
	$C^2=O^5\cdots H^{20}-C^{19}$	0.0145	0.0494	0.0018	-0.0088	2.76

MEK molekulasida bitta xloroform molekulasida bilan ta'sirlashganda, uning $C=O$ tebranish chastotasi ($\nu_{C=O}=1710\text{ cm}^{-1}$) 13 cm^{-1} ga, ikkita xloroform molekulasida bilan ta'sirlashganda esa 28 cm^{-1} ga past chastota tomon siljiydi (3-rasm).

O'tkazilgan tadqiqotlarga ko'ra, MEKning xloroform bilan hosil qilgan molekulyar agregatlarida kuchsiz molekullararo vodorod bog'lanish mavjudligini tasdiqlandi. Geteroassotsiatlar hosil bo'lishida molekullararo ta'sirlar sababli, MEKning $C=O$ valent tebranish chastotasi kamayishi aniqlandi.



3-rasm. MEKning xloroform bilan hosil qilgan komplekslarining $C=O$ tebranishiga tegishli hisoblangan Raman spektrlari

Adabiyotlar

1. F. H. Tuxvatullin, U. N. Tashkenbaev et al., The shape of different polarized components of 1710 cm^{-1} Raman band for methyl ethyl ketone (2-butanone) and its solutions, *Ukr. J. Phys.* 46, 9 (2001)
2. S. Datta, K. Kumar, Non-coincidence effect in methyl ethyl ketone: a solvent-dependent Raman study, *J. Raman Spectrosc.* 36, 50–55 (2005)
3. M. J. Frisch, et al., *Gaussian 09*, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2009.

ИЗУЧЕНИЕ ФОТОСТАБИЛЬНОСТИ РИБОФЛАВИНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КИСЛОТНОСТИ РАСТВОРА

С.Х. Астанов, Г.К. Касимова

Бухарский инженерно-технологический институт,

s.h.ostonov@rambler.ru

Фотохимические реакции с участием молекул рибофлавина был осуществлен облучением их водных растворов нефльтрованным светом от лампы ПРК-2. При этом установлено, что облучения растворов исследуемого соединения приводит к падению поглощательной способности полос с $\lambda_{\text{макс}}=265$ нм и $\lambda_{\text{макс}}=440$ нм. В этих случаях для полосы с $\lambda_{\text{макс}}=220$ нм наблюдается незначительное падение и батохромное смещение на 4 нм. В тоже время для полосы с $\lambda_{\text{макс}}=370$ нм происходит гипохромное падение с гипсохромным смещением спектра на 8-12 нм. Для облучённого раствора рибофлавина наблюдаются падения интенсивности свечения без изменения их формы спектра (рис 3 а и б). Эти полученные результаты показывают, что при фотолизе рибофлавина образуются продукты деструкции с полосой поглощения $\lambda_{\text{макс}}=224$ нм и $\lambda_{\text{макс}}=360$ нм. Из анализа литературных данных установлено, что таким соединением может быть люмихром (6,7-димителаллоксазин) [1].

Фотохимические превращения молекул водного раствора рибофлавина также изучено с добавлением различных пищевых кислот. В качестве примера на рис 4 сопоставлены фотохимические превращения молекул водного раствора рибофлавина в присутствии соленой кислоты. Как видно из рисунка 4 добавление соляной кислоты приводит к росту оптической плотности, по отношению к облученному нейтральному раствору рибофлавина.

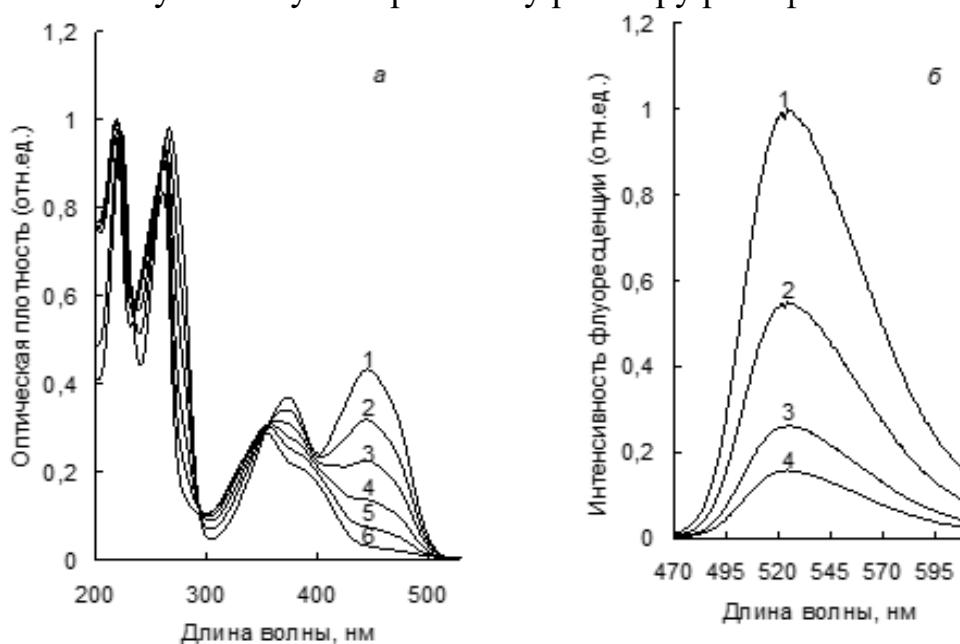


Рис.1. Спектры поглощения (а) и флуоресценции (б) водного раствора рибофлавина ($c=10^{-5}$ М) по мере облучения: 1–0, 2–22, 3–47, 4–74, 5–100, 6–160 минут

Из проведенных теоретических расчетов, также видно, что в молекулы рибофлавина во всех шести молекул кислорода наблюдаются накопление отрицательных зарядов, которые могут образовать водородные связи между собой, посредством протонов добавляемых кислот. Водородные связи могут, проявляются между следующими парами атомов кислорода со следующим реакциями $O(1)...H...O(3)$; $O(1)...H...O(4)$; $O(1)...H...O(5)$; $O(1)...H...O(6)$. Такая реакция может препятствовать разрыва $N(4)$ и $C(0)$. При этом фотодеструкция последнего затрудняется и достигается фотостабильность витаминного препарата. Известно, что атомы азота в молекуле рибофлавина имеют 2 свободные электронные пары и эти электронные пары могут создать стерические препятствия при образовании водородных связей между атомами кислорода. Уменьшения pH раствора приводит к увеличению количество атома водорода в молекуле рибофлавина, что может присвить к нейтрализации электронных пар на атомах азота, в том числе на $N(3)$. При этом увеличивается вероятности образование водородной связи между атомами кислорода.

Эти результаты показывают, что в кислых водных растворах рибофлавина происходит их фотостабильность. Экспериментально было определено степень фотостабильности водного раствора рибофлавина в зависимости от доли добавляемой кислот. Для этой цели были определены изменения значения оптической плотности (D) при длине волны с $\lambda_{\text{макс}}=445$ нм. При облучении водного раствора витамина B_2 в течение 80 минут приводит к изменению значения « D » от 1,22 до 0,39 ед. (рис 2а крив. 1,2).

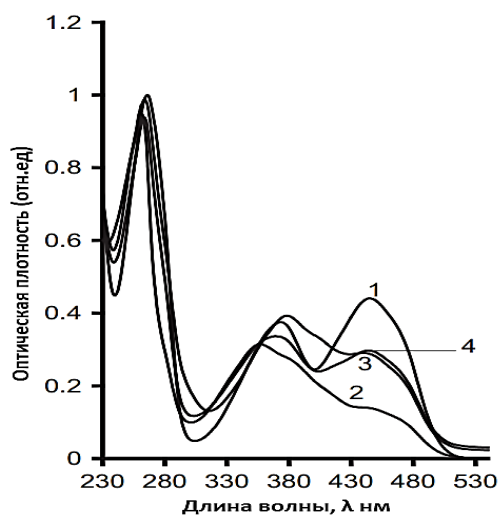


Рис. 2(а). Спектры поглощения водного раствора рибофлавина ($c=10^{-5}$ М) по мере облучения не фильтрованным светом: 1— необлученный раствор, 2—облученный раствор, 3—облученный раствор с HCl (0,025 М), 4—облученный раствор с HCl (0,05 М)

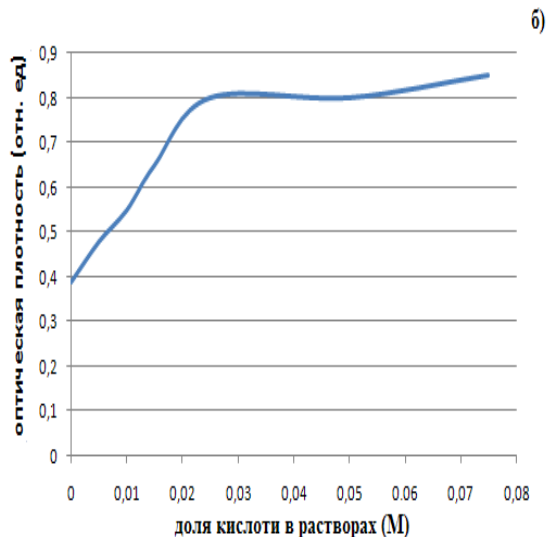


Рис. 2 (б) Зависимость оптической плотности растворов рибофлавина от доли добавляемой соленой кислоты.

На рис 26 приведены изменения значения «D» облученного раствора рибофлавина ($t=80$ мин) в зависимости от добавления различных количеств HCl. Как видно из рис. 5б по мере увеличения молярной доли соленой кислоты от 0,005 М до 0,05 М к водному раствору витамина В₂ при одинаковой времени облучения, значения «D» растут от значения 0,39 до 0,80 ед. Дальнейшее увеличение молярной доли HCl до 0,075 М не приводит к существенному изменению значения «D». В этих случаях увеличение значения «D» облученного раствора указывает на проявления процесса фотостабильности исследуемого раствора. При этом наблюдается насыщение фотостабильности раствора витамина В₂. Аналогичные результаты стабилизации водного раствора рибофлавина наблюдаются при добавлении лимонной, уксусной и аскорбиновых кислот. При этом также наблюдается фотостабилизация витаминного препарата [2].

Таким образом, установлено, что в кислых средах молекулы рибофлавина обладают определенной степенью протонирования, что приводит к повышению их фотостабильности по отношению к нейтральной форме более чем в 2 раза.

Литература

1. Константинова–Шлезингер М.А. Люминесцентный анализ. М.: ГИФМЛ, 1961. с. 202-203.
2. S.Astanov, M.Z.Sharipov, A.R.Fayzullaev, E.N.Kurtaliev, N.Nizomov. Spectroscopic study of photo and thermal destruction of riboflavin. Journal of Molecular Structure. 2014, V. 1071, P. 133-138.

ТЕМПЕРАТУРНЫЕ И КОНЦЕНТРАЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ СООТНОШЕНИЯ ЛАНДАУ-ПЛАЧЕКА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ 4-МЕТИЛПИРИДИНА

**Л.М.Сабиров, Ф.Р.Исмаилов, Й.Т.Жураев, М.А.Хасанов, А.А.Норжигитов,
М.А.Файзуллаев**

Самаркандский государственный университет им.Ш.Рашидова,
Университетский бульвар 15, 140104 Самарканд, Узбекистан,

leonard.sabirov@gmail.com

В настоящей работе была поставлена цель по возможности количественно оценить температурную и концентрационную динамику соотношения Ландау-Плачека. Известно, что интенсивность компонент Мандельштама-Бриллюэна (КМБ) с температурой меняется незначительно. Вследствие этого отношение $\frac{I_c}{2I_{мб}}$, которое мы в дальнейшем обозначим как $I_{от}$, покажет нам рост центральной линии Релея, нормированной интенсивностями КМБ [1].

При исследовании интенсивности спектральных линий тонкой структуры I_c и $I_{мб}$ нами была использована экспериментальная установка с двухпроходным интерферометром Фабри-Перо с контрастностью интерференционной картины $4 \cdot 10^5$ и резкостью ~ 40 [2]. В качестве возбуждающего света использовалось

стабилизированное по частоте излучение He-Ne лазера. Указанные спектральные параметры использованного интерферометра были вполне достаточны для уверенной регистрации интенсивности тонкой структуры. На рис. 1 приведена типичная спектрограмма тонкой структуры линии Релея раствора 4-метилпиридин-вода при концентрации 0.06 м.д. и температуре 10⁰С.

На рис. 2 изображены температурные зависимости $I_{от}$ для концентрации 0,2; 0,1 и 0.06 м.д. 4-метилпиридина, соответственно. Из рис. 2 видно, что для $C=0.2$, 0.1 и 0.06 м.д. величина $I_{от}$ уменьшается в интервале от 80⁰С до 50⁰С а затем в интервале температур от 50⁰С до 7⁰С увеличивается.

Как видно из данного графика зависимости отношения интенсивности от температуры для каждой концентрации необычны. Можно выделить две области температурной зависимости для каждой концентрации. Низкотемпературная область - меньше 50⁰С и область температурного поведения больше 50⁰С.

Температурные зависимости имеют различные значения градиента изменения соотношения ЛП. Выше температуры 50⁰С температурный градиент положительный, ниже 50⁰С - отрицательный. При этом эти различия заметны для малых концентраций, в то время, как при больших концентрациях $C>0.2$ м.д. поведение интенсивности практически остается постоянным с температурой. Зависимость от концентрации начинается с концентрации 0.2 м.д. Соотношение ЛП увеличивается и достигает разницы в 20 раз, а при 0.1 м.д. принимает значение 80. Причем, как видно из графика, можно выделить две области температуры. И в первом и во втором случае происходит увеличение флуктуаций концентрации. Такое поведение термодинамического состояния характерно для системы с фазовой диаграммой, которая представляет замкнутую область с двумя критическими точками (НКТР и ВКТР), только сильно разнесёнными по температуре[3].

Таким образом, температурный ход поведения интенсивностей будет иметь различия относительно температуры 50⁰С. Для объяснения такого необычного поведения соотношения ЛП недостаточно использование теоретического вывода из [1]. Поэтому мы воспользовались теорией Фабелинского, которая учитывает дополнительную интенсивность, возникающую за счет флуктуаций температуры при постоянной плотности[1]. Нами был выполнен анализ на основании выводов теории, с помощью которого можно полностью описать полученные экспериментальные результаты[4].

При расчёте и сопоставлении с экспериментальными данными была использована адиабатическая сжимаемость, которая была рассчитана по скорости гиперзвука. При учёте вклада флуктуаций концентрации в рассеяние мы выделили ту часть рассеяния, которая связана с флуктуацией изотермической сжимаемости. Изотермическая сжимаемость увеличивается в 40 раз для растворов, концентрация которых 0,06 м.д. [4]. Увеличение изотермической сжимаемости происходит при структурном фазовом переходе. При этом заметно увеличивается температурный градиент при постоянной плотности. Такой механизм изменения термодинамического состояния приводит к появлению

флуктуаций диэлектрической проницаемости по температуре. Такие флуктуации приводят к дополнительному МРС на несмещенной линии.

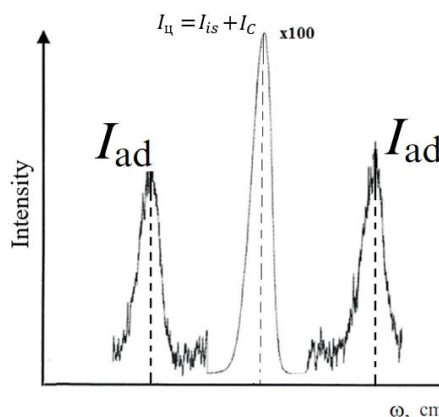


Рис.1. Типичная спектрограмма тонкой структуры МРС в окрестности особой точки.

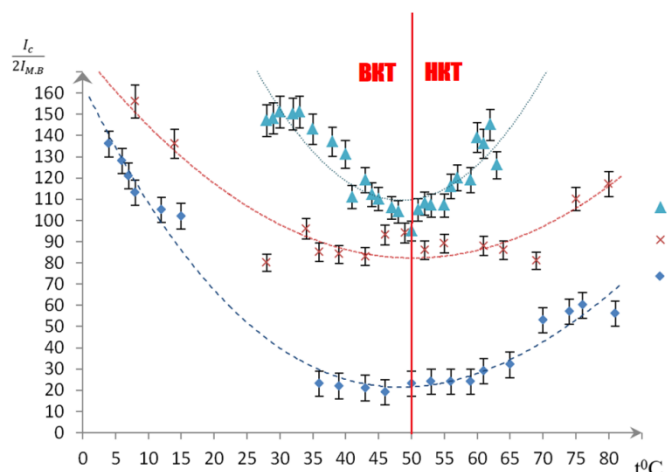


Рис.2. Температурные зависимости соотношения Ландау-Плачека при концентрациях 0,2 м.д.- ♦, 0,1 м.д. - x, 0,06 м.д. - ▲ 4-метилпиридина.

Литература

1. Фабелинский И.Л. Молекулярное рассеяния света. М. Наука 1965 г. с. 511.
2. Кашаева Л.М., Сабиров Л.М., Туракулов Я.Т., Утаров Т.М. Краткие сообщения по физике. 1981 г. №5. с. 41-44.
3. Sabirov L.M., Ismailov F. R., Kadirov Sh. A., and Karshibaev Sh. E. Temperature and Concentration Dependences of the Landau–Placzek Ratio in Aqueous Solutions of γ -Picoline// Optics and Spectroscopy. Pleiades Publishing, New York, 2021. – Vol. 129, – No 1. – PP. 51–55
4. L.M. Sabirov, F.R. Ismailov, Sh.E. Karshibaev, S.A. Kadirov “Isothermal compressibility near the solution’s peculiar point” ISSN 2071-0194. Ukr. J. Phys. 2021. Vol. 66, No. 5

ЛАЗЕРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ РАССЕЯНИЯ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ НЕЭЛЕКТРОЛИТА С ОСОБОЙ ТОЧКОЙ

Л.М.Сабиров¹, Д.И. Семенов¹, Х.С Хайдаров¹, Ш.Э. Каршибоев^{1,2},
Ш.А Кадиров³, Н.Ф Боймаматова¹

¹Самаркандский государственный университет им. Ш. Рашидова
140104 Самарканд, Узбекистан. shavkat.qarshiboyev.89@bk.ru

²Узбекско - Финского педагогического института. 140104 Самарканд, Узбекистан.

³Ургенчский государственный университет, 220100 Ургенч, Узбекистан.

Исследования фазовых переходов и критических явлений в жидкостях и растворах представляют собой в настоящее время обширную область интересных и актуальных физических задач.

Флуктуации параметра порядка в окрестности точек фазовых переходов создают в среде оптические неоднородности, обуславливающие светорассеяние. Среднеквадратичная величина флуктуаций, их размеры и кинетика определяют интенсивность светорассеяния, ее угловую зависимость, а также спектральный состав рассеянного света. По этой причине спектроскопия светорассеяния представляет собой мощный инструмент для изучения фазовых переходов и критических явлений [1].

Интересными для исследования представляются некоторые растворы неэлектролитов в воде. Например, в водных растворах пиридина и его метилпроизводных (пиколинов) изменение концентрации неэлектролита и температуры раствора (при нормальном давлении и при отсутствии добавок соли или тяжелой воды) не приводит к расслаиванию. Несмотря на отсутствие точки расслаивания в этих растворах наблюдается аномалии в рассеянии света в области малых концентраций неэлектролита. Выраженный максимум на концентрационной зависимости коэффициента рассеяния света обнаружен на концентрации 0.1 мольной доли (м.д.) для системы вода–пиридин и в области 0.06-0.09 м.д. для систем вода–метилпиридина [2]. Предполагается, что при этих концентрациях и определенных температурах ($\sim 70^\circ\text{C}$) состояние растворов наиболее близко к расслоению (т.н. «особая» точка на диаграмме состояния в координатах «температура-концентрация»), и рост интенсивности светорассеяния обусловлен развитыми флуктуациями концентрации [2].

Если поведение интенсивности рассеяния света в водных растворах неэлектролитов изучено достаточно подробно, то информация о поведении спектральных характеристик рассеянного света в них в широком интервале концентраций практически отсутствует. Вместе с тем, изучение поведения таких параметров, как, например, частотное смещение компонент тонкой структуры линии Релея и их спектральная ширина, позволяет получить гораздо больше информации о физических процессах, происходящих в водных растворах при изменении температуры и концентрации молекул неэлектролита.

Результаты экспериментального изучения спектров рассеяния Мандельштама-Бриллюэна в растворах 4-метилпиридин-вода при концентрациях неэлектролита в растворе $x \geq 0.1$ м.д. приведены в нашей работе [3].

Целью настоящей работы явилось экспериментальное изучение закономерностей изменения величины частотного смещения компонент Мандельштама-Бриллюэна (КМБ) в водных растворах 4-метилпиридина малых концентраций, включая концентрацию, соответствующую раствору с особой точкой ($x=0.06$ м.д.)

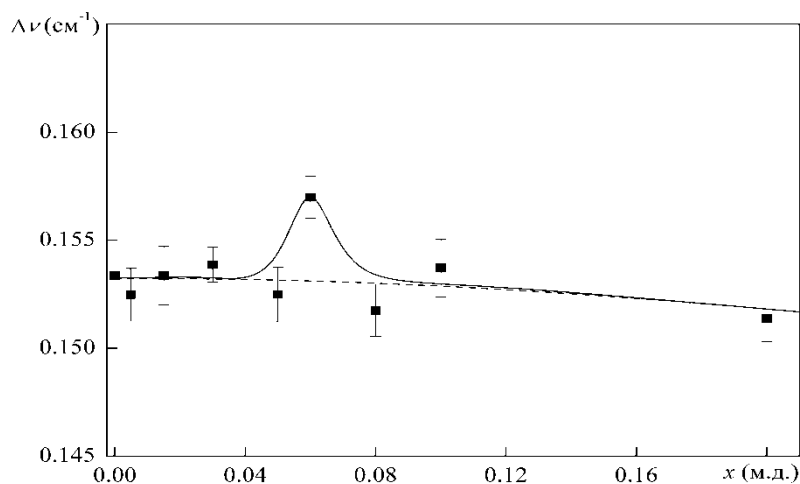
Спектры рассеяния Мандельштама-Бриллюэна регистрировались при помощи экспериментальной установки с двухпроходным интерферометром Фабри-Перо. Угол рассеяния света составлял 90° . Ошибка при выставлении угла рассеяния не превышала 0.2° . Область дисперсии интерферометра при данной геометрии эксперимента составляла 0.625 см^{-1} , контраст интерференционной картины – 5×10^4 , острота полос – 35. В качестве источника излучения

использовался He-Ne лазер (длина волны излучения 632.8 нм) мощностью порядка 15 мВт. Ошибка в измерении величины частотного смещения КМБ $\Delta\nu$ не превышала 0.5%. Очистка компонентов раствора осуществлялась путем трехкратной перегонки. Образцы растворов запаивались в стеклянные цилиндрические кюветы при давлении ниже атмосферного. Спектры рассеяния изучались при температуре растворов 70 °С.

Результаты измерения величины частотного смещения КМБ $\Delta\nu$ в растворах 4-метилпиридина-вода в зависимости от концентрации приведены на рисунке.

Как видно из рисунка, изменение величины $\Delta\nu$ в зависимости от концентрации раствора происходит немонотонно. На изотерме зависимости $\Delta\nu(x)$ наблюдается максимум при концентрации $x=0.06$ м.д.

Совпадение концентрации, при которой имеет место максимум в зависимости $\Delta\nu(x)$ с концентрацией, соответствующей особой точке раствора может служить указанием на то, что этот максимум обусловлен критическими флуктуациями концентрации, уровень которых растет по мере приближения температуры раствора к температуре особой точки.



Концентрационная зависимость смещения КМБ в водных растворах 4-метилпиридина при температуре 70 °С. Сплошная линия — сглаживание данных. Пунктирная линия — «фоновая» часть зависимости

Предположение о связи максимума на зависимости $\Delta\nu(x)$ с критическими флуктуациями концентрации согласуется с результатами, полученными при изучении раствора с особой точкой гваякол-глицерин [4].

Для этого раствора авторами работы [4] был экспериментально обнаружен максимум на концентрационной зависимости скорости гиперзвука при концентрации раствора, соответствующей критической.

Известно, что существование тонкой структуры линии Рэля обусловлено присутствием в жидкости адиабатических флуктуаций давления, распространяющихся в среде в виде тепловых упругих (дебаевских) волн. Эффект модуляции рассеянного света этими волнами (предсказанный, независимо друг от друга, Мандельштамом и Бриллюэном) приводит к

изменению частоты рассеянного света на величину $\Delta\nu$, которая может быть записана в виде [1]:

$$\Delta\nu = 2n\nu_0 \frac{V}{c} \sin \frac{\theta}{2}$$

где ν_0 – частота возбуждающего света, n – показатель преломления, V – скорость звука, c – скорость света в вакууме, θ – угол рассеяния.

Наблюдаемый в наших экспериментах максимум на зависимости $\Delta\nu(x)$ может быть обусловлен соответствующим максимумом на концентрационной зависимости скорости распространения гиперзвука $V(x)$ в этих растворах при концентрации $x=0.06$ м.д.

Это предположение, и, следовательно, возможная связь максимума на концентрационной зависимости смещения КМБ $\Delta\nu(x)$ с критическими флуктуациями концентрации, согласуются с экспериментальными результатами и выводами работы [4].

Описание обнаруженного в настоящей работе максимума на зависимости $\Delta\nu(x)$ в водных растворах 4-метилпиридина с помощью имеющихся теоретических представлений будет предпринято в дальнейшем.

Литература

1. И.Л. Фабелинский, Молекулярное рассеяние света. М.: Наука, 1965.
2. М.Ф. Вукс, Рассеяние света в газах, жидкостях и растворах. Л., Изд-во Ленингр. ун-та, 1977.
3. Н.Ф. Бункин, В.С. Горелик, Л.М. Сабиров, Д.И. Семенов, Х.С. Хайдаров, Частотное смещение компонент тонкой структуры линии Рэлея в водном растворе 4-метилпиридина в зависимости от температуры, концентрации и угла рассеяния света, Квантовая электроника 40(9), 817 (2010).
4. К.В. Коваленко, С.В. Кривохижа, И.Л. Фабелинский, Л.Л. Чайков, Концентрационная и температурная зависимость скорости гиперзвука в растворах с двумя критическими точками, Краткие сообщения по физике ФИАН 11, 19 (2002).

SUYUQLIK MOLEKULALARINING TEBRANMA HARAKAT DINAMIKASI: MOLEKULALARARO O‘ZARO TA’SIRLASHUVNI RAMAN SPEKTRLARIDA NAMOYON BO‘LISHI

Sh. Otajonov¹, B. Eshchanov^{1,2,*}, D. Xudoyberdiyeva², Sh. Allaqulieva¹,
Sh. Axmedov²

¹O‘zbekiston milly universiteti, ²Chirchik davlat pedagogika universiteti
bakhodir.eshchanov@gmail.com

Suyuqlik molekulalarining yuqori harakatchanligi sabab, zarrachalarning fazoviy joylashuvida qisqa muddatli tartib mavjud, bu tartib uzoq vaqt davom etmaydi. Molekulalararo o‘zaro ta’sirlar va suyuqliklardagi molekulalarning dinamikasi haqida

ko'p ma'lumotlar tebranish spektrlarida (IQ va Raman) tarmoqli konturlari shaklida namoyon bo'ladi. Spektral kontur chiziqlari bir vaqtning o'zida sodir bo'ladigan ko'plab jarayonlar natijasida hosil bo'ladi [1-10].

Molekulalarning tebranish spektrlari chiziqlarning maksimal joylashuvi, ularning intensivligi va shakli bilan tavsiflanadi. Shuni ta'kidlash kerakki, murakkab molekulalarning atom guruhlarining burilish harakat tebranishlarini o'rganish molekulalarda ta'sir qiluvchi kuchlarni tushunish uchun katta ahamiyatga ega.

Suyuqlikdagi zarrachalararo o'zaro ta'sirlar sababli yuzaga keladigan molekula ichidagi kuch konstantalarining o'zgarishi Raman spektrlarida sochilish chiziqlarining o'zgarishiga olib keladi. Suyuqliklardagi molekulalararo o'zaro ta'sirlar molekulalardagi atomlararo bog'lanish kuch konstantalarining o'zgarishiga olib keladi. Ushbu o'zaro ta'sirlarning dinamik tabiati suyuqliklarning tebranish spektrlaridagi chiziqlarning kengayishiga olib keladi. Biroq, agar bu uyg'onish nisbatan uzoq vaqt davom etsa, bu spektrdagi tebranish zonasi chastotasining o'zgarishiga olib keladi.

Olingan natijalarni maxsus nazariy tahlilsiz izohlash ancha qiyin, kvant kimyosining usullaridan foydalanib, molekulalar atomlarining elektron tuzilishi, spektrlar hosil bo'lish mexanizmlari va boshqa xossalarini tavsiflash mumkin:

$$H = \sum_{i=1}^n T_i + \sum_{i=1}^n V_{zi} + \sum_i^n \sum_{<j}^n V_{ij}, \quad (1)$$

bu yerda T_i – elektronlarning kinetik energiyasi, V_{zi} – elektronning yadro bilan o'zaro ta'sirining potentsial energiyasi, V_{ij} elektronlarning o'zaro ta'sirining potentsial energiyasi.

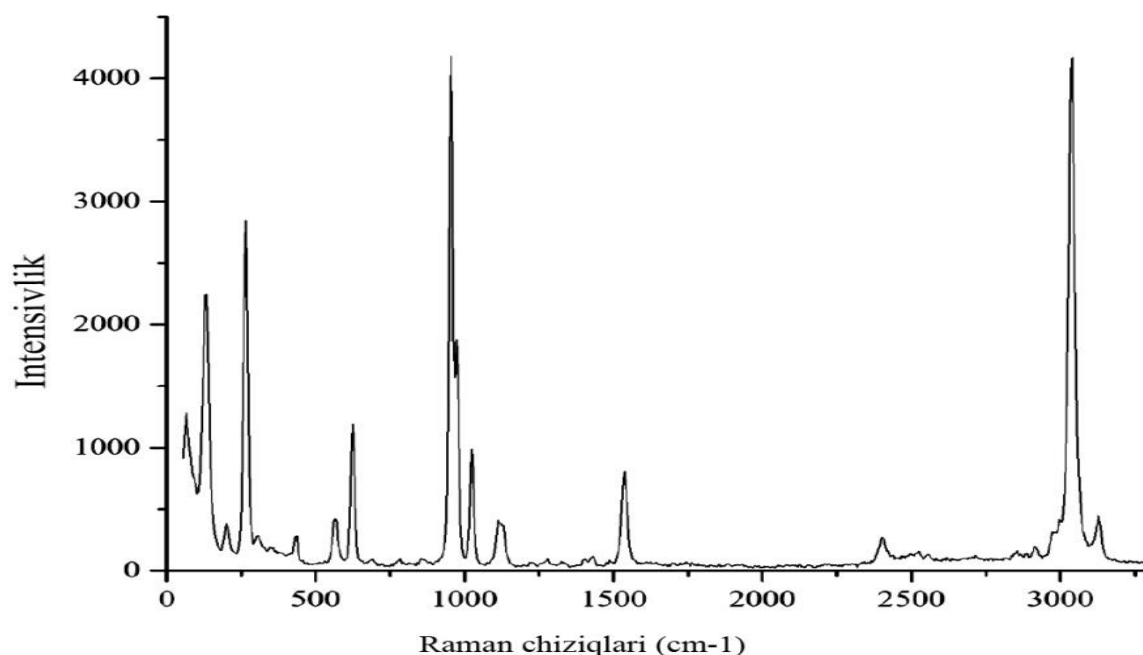
Atomning umumiy energiyasi esa quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$E = 2 \sum_{i=1}^n H_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (2J_{ij} - K_{ij}) \quad (2)$$

Elektron strukturani hisoblashning eng oddiy turi ab initio Xartri-Fok (HF) sxemasi bo'lib, u elektron-elektron o'rtasidagi Kulon itarilishni hisobga olmaydi. Hisoblashda faqat uning o'rtacha ta'siri (o'rtacha maydon) kiritilgan. Bu variatsion protsedura; shuning uchun tizimning to'liq funksiyasi bilan ifodalangan natijaviy taxminiy energiyalar har doim aniq energiyaga teng yoki undan katta bo'ladi va bazaning o'lchami kattalashgan sari Xartri-Fok chegarasi deb ataladigan cheklovchi qiymatga moyil bo'ladi.

Eksperimental Raman spektrlari STR250 lazerli Raman spektrometri yordamida konfokal mikroskop bilan qayd etiladi. Bu yuqori sezuvchanlikka ega bo'lgan tizim bo'lib, 1-rasmda ushbu qurilmada qayd qilingan brombenzol moddasining raman spektri keltirilgan.

Brombenzol uchun taxminan 177 sm^{-1} , 310 sm^{-1} , 998 sm^{-1} va 3077 sm^{-1} chastotali to'rtta asosiy diapazonni ajratish mumkin. Eng asosiy chiziq 3077 sm^{-1} bo'lib, uning fonida nisbatan past intensivlikdagi 3142 sm^{-1} chastotali chiziq yotadi. Bu shuni ko'rsatadiki, bu barcha chiziqlar bir xil C = H tebranishlari bilan bog'liq bo'lishiga qaramay, ularning depolarizatsiya koeffitsientlari har xil, ba'zi hollarda chastotalar bilan birga boshqa parametrlar - intensivlik, kenglik va depolarizatsiya darajasi - bir molekuladan ikkinchisiga o'tishda o'z qiymatini saqlab qoladi [10].



1-rasm.

Hisoblashning yarim empirik usullari potentsial to'siqlarning balandligi eng kichik va eng katta repulsiyaga ega bo'lgan holatlarda molekulaning ikkala aylanadigan qismi orasidagi repulsiyali energiyalari farqiga teng degan taxminga asoslanadi. Potentsial to'siqlarning balandligi U va aylanma tebranishlarning chastotasi o'rtasidagi bog'liqlik quyidagicha bo'ladi:

$$\nu = \frac{3}{2\pi c} \sqrt{\frac{U}{2}}, \quad I_r = \Im_{\varphi} \left(1 - I_{\varphi} \sum_i \frac{K_i^2}{I_i} \right) \quad (3)$$

Hisob-kitoblar uchun aylanma tebranishlar uchun kamaytirilgan inersiya momenti ni ham bilish kerak. Agar bizda nosimmetrik yuqori turdagi molekula mavjud bo'lsa, inersiya momentining kamayish ifodasi (2) ko'rinishda bo'ladi.

Eksperimental ma'lumotlarni hisobga olgan holda, tekshirilayotgan moddalarning ma'lum bir guruhini ba'zi bir o'ziga xos belgilar bilan ajratish qiyinligi aniq. Past chastotali mintaqada kuzatilgan spektral chiziqlar turli xil kenglik va intensivlikka ega.

Adabiyotlar

1. Kirillov S.A., Morresi A., Paoltoni M. Recovery of the depolarization ratio of single lines from overlapping isotropic and anisotropic Raman profiles and assignment of molecular vibrations, with special reference to toluene and toluene-d8 // J. Raman Spectrosc. 2007. V.38. P.383-388. DOI: 10.1002/jrs.1657
2. Wang D., Mittauer K., Reynolds N. Raman scattering of carbon disulfide: The temperature effect // Am. J. Phys., 2009. V. 77. N. 12. P. 1130-1134. DOI: 10.1119/1.3226562
3. Eshchanov B., Otajonov Sh., Isamatov A. Study of Molecular Dynamics of Condensed States of a Substance by Spectroscopy // Ukraine Journal of Physics, 2014, vol.9, No.3, pp.254–256. DOI: 10.15407/ujpe59.03.0254
4. Eshchanov B., Otajonov Sh., Isamatov A., Babajanov D. Dynamics of Relaxation

- Processes in Liquids: Analysis of Oscillation and Orientation Spectra //Journal of Molecular Liquids, 2015, vol.202, pp.148–152. DOI: 10.1016/j.molliq.2014.12.005
5. Takasu Y., Matsumoto S., Fujii Y., Nishio I. Raman study of the low temperature behavior of tetrahydrofuran molecule in the cage of clathrate hydrate // Chemical Physics Letters. 2015. V. 627. P. 39–43. DOI: 10.1016/j.cplett.2015.03.037
 6. Eshchanov B., Otajonov Sh., Mukhamedov G., Doroshenko I., Karpova O., Allakulieva Sh. Experimental study of raman spectra of some aromatic hydrocarbons //Ukraine Journal of Physics, 2020, vol.65, No.4, pp.284–290. DOI:10.15407/ujpe65.4.284
 7. Tanabe K., Hiraichi J. Truncation effects on second moments of vibrational bands //Spektroskop feta 1980, V.36, P. 341. DOI: 10.1016/0584-8539(80)80080-8
 8. Bauschlicher Jr. C.W., Ricca A. On the calculation of the vibrational frequencies of C₆H₄ // Chem. Phys. Lett. 2013. V.566. P. 1–3. DOI: 10.1016/j.cplett.2013.02.048
 9. B.J. Ka, E. Geva. Vibrational energy relaxation of polyatomic molecules in liquid solution via the linearized semiclassical method. *J. Phys. Chem. A* 110, 9555 (2006)
 10. Sh.T.Ahmedov, B.X.Eshchanov, aromatik uglevodorodlarda molekulararo o'zaro ta'sirlashuvning ramon spektrlarida namoyon bo'lishi *J. Academic Research in Educational Sciences* DOI: 10.24412/2181-1385-2022-3-693-705

ПРОЯВЛЕНИЕ ГИДРОФОБНОСТИ МОЛЕКУЛ ВОДЫ НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИСКЛЮЧЁННОЙ ЗОНЫ НАФИОНА

**Н.Ф. Бункин¹, Л.М. Сабилов², В.А. Козлов¹, Х.С.Хайдаров²,
Й.Т. Жураев², М.Т. Махамадиев², М.А.Хасанов²**

¹МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

² СамГУ, Самарканд, Республика Узбекистан

jorayev-1989@inbox.ru

Интерес к этим исследованиям связан с применением Наффона в низкотемпературных водородных элементах, см. [1, 2]. Наффон представляет собой полимерный (Тефлоновый) каркас с подшитыми концевыми сульфогруппами. Известно, что Тефлон гидрофобен, в то время как сульфогруппы гидрофильны, т.е. набухший в воде Наффон обладает амфифильными свойствами; в мембране Наффона формируется структура типа цилиндрических мицелл с заполненными водой цилиндрическими каналами с размером 2 – 3 нм. На границе этих каналов происходит диссоциация концевых сульфогрупп по схеме $R-SO_3H + H_2O \rightleftharpoons R-SO_3^- + H_3O^+$, границы заряжены отрицательно и притягивают катионы [3], что используется в установках по водородной энергетике.

На основании полученных спектров можно оценить усредненную по длине кюветы L концентрацию воды $\langle C_w \rangle$. Переписав закон Бугера в виде:

$$I(t) = I_0 \exp \left(-\kappa \int_0^L C_w(t, x) dx \right) \approx I_0 \exp \left(-\kappa \langle C_w(t) \rangle L \right), \quad (1)$$

получаем $\langle C_w \rangle = \frac{|\ln K_{\min}|}{\kappa L}$. В этой формуле учтена зависимость $\langle C_w \rangle$ от времени

вымачивания t . На Рис. 1 приведены зависимости $\langle C_w \rangle$ от времени вымачивания t для кювет с расстоянием между окнами $L = 180, 190, 200, 210$ и 220 микрон. Пунктирная линия соответствует концентрации воды в сухом Нафине $(C_w)_0 = 0.174$ (базовая линия). Рассмотрим зависимость для $L = 180$ микрон. Видно, что концентрация воды испытывает резкий скачок примерно через 10 минут набухания. Далее, примерно на 90-й минуте набухания происходит еще один скачок, который не связан со схлопыванием полости. Отметим, что такие же скачки, только с меньшей амплитудой, наблюдаются и для расстояний $L = 190, 210$ и 220 микрон. Мы предположили, что в данном случае мы имеем дело со структурными изменениями в объеме мембраны; параметром порядка для таких изменений является концентрация воды внутри мембраны, см., например, [4]. Поскольку эти скачки возникают на временах $t > 100$ min, а переход в гидрофильное состояние завершается при $190 < t < 200$ min, см. Рис. 1, можно предположить, что эти скачки являются проявлением динамики перехода в гидрофильное состояние.

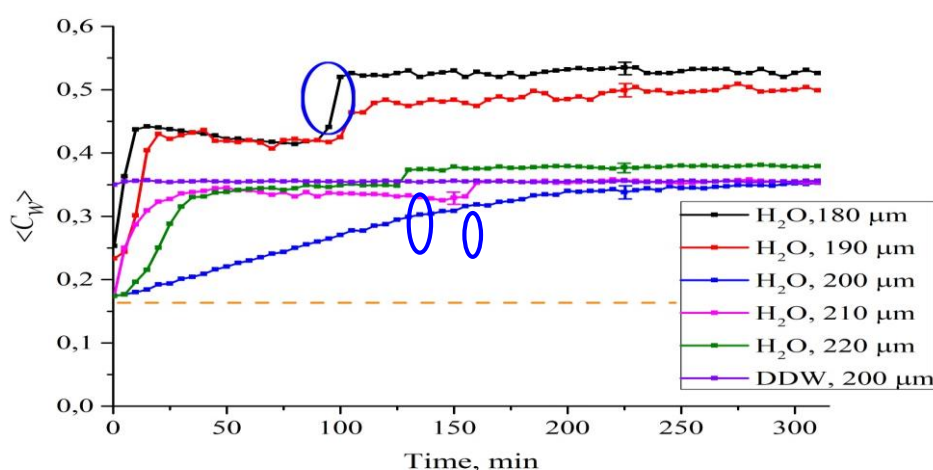


Рис. 1. Зависимость средней концентрации воды $\langle C_w \rangle$ от времени t вымачивания Нафина при $180 \leq L \leq 220$ микрон для обычной воды (содержание дейтерия 157 ppm).

Как уже отмечалось, особенности временной динамики изображенной на рис.1. 3 полости мы связываем с эффектом «прорастания» полимерных волокон в объем воды. Этот вывод основан на отсутствии этой полости для воды, облегченной дейтерием, для которой эффект прорастания отсутствует. Если расстояние L между окнами кюветы меньше размера X_0 области, внутрь которой прорастают полимерные волокна в случае неограниченного размера кюветы то проросшие в объем воды полимерные волокна неизбежно упрутся в окна кюветы, что должно привести к возникновению поля механических напряжений и связанных с ними деформаций, т.е. в данном случае проявляются микрореологические свойства набухающей полимерной мембраны. Очень важно, что механические напряжения возникают в системе "скрученных"

полимерных волокон, которые исходно обладают существенно гидрофобными свойствами, т.е. положение молекулы воды, оказавшейся в промежутке между двумя такими волокнами, будет неустойчивым.

В экспериментах по Фурье ИК-спектроскопии было показано, что набухание изначально гидрофобной пластинки Нафiona в обычной воде (содержание дейтерия 157 ppm) и в обедненной по дейтерию воде (содержание дейтерия 1 ppm) в кювете ограниченного объема происходит по-разному [5]. Именно, в первом случае проявляются реологические эффекты, которые проявляются в вытеснении воды из области между мембраной и окнами кюветы и формированию полости, свободной от молекул воды, которая с течением времени схлопывается. Обнаружено, что для пластинки Нафiona толщиной 175 микрон схлопывание полости происходит аномально медленно.

Литература

1. Lunyang Liu, Wenduo Chen, Yunqi Li, An overview of the proton conductivity of nafion membranes through a statistical analysis, *Journal of Membrane Science*, (2016) **504**, 1–9.
2. Y. Wang, K. S. Chen, J. Mishler, S. Ch. Cho, X. C. Adroher, A review of polymer electrolyte membrane fuel cells: Technology, applications, and needs on fundamental research, *Applied Energy*, (2011) **88**, 981–1007.
3. K.A. Mauritz, R.B. Moore, State of understanding of Nafion, *Chem. Rev.*, (2004) **104**, 4535–4585.
4. G. Gebel, Structural evolution of water swollen perfluorosulfonated ionomers from dry membrane to solution, *Polymer*, (2000), **41** 5829–5838.
5. Bunkin N.F., Shkirin A.V., Kozlov V.A., Ninham B.W., Uspenskaya E.V., Gudkov S.V., Near-surface structure of Nafion in deuterated water, *J. Chem. Phys.*, (2018) **149**, 164901.

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ СПЕКТРЫ КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ C-H КОЛЕБАНИИ НИЗКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ УГЛЕВОДОРОВ.

Б. Куйлиев, М. Мейлиев, Ж. Хужамбердиева, М. Рахмонова
Каршинский государственный университет, Физический факультет,
дом-17, улица Кучабег, 180119, город Карши, Узбекистан
e-mail: bahromq@rambler.ru

Очень часто возникают определенные трудности с проведением экспериментальных исследований: эксперимент может быть слишком затратным, опасным или невозможным из-за нестабильности исследуемых объектов. В таких случаях прибегают к помощи компьютерного моделирования. Кроме того, моделирование служит эффективным методом для интерпретации экспериментальных данных. Благодаря стремительному развитию

вычислительных технологий расчеты методами квантовой химии занимают важное место в исследованиях структуры и динамики всевозможных объектов. На сегодняшний день разработано множество программ для проведения квантово-химического моделирования, однако в их основе лежат общие теоретические методы и подходы.

Путем расчета С-Н колебания молекулярные компоненты природного газа метана, этана, пропана и бутана и выяснению в какой спектральной области они расположены. Расчеты были выполнены на основе программы Gaussian 98W в приближении Хартри-Фока с базисным набором гауссовских функций RHF 6-31G (d, p) [1].

Такие расчеты должны прояснить некоторые детали взаимодействия молекул, дать информацию о том, какие изменения по сравнению с изолированной молекулой следует ожидать при взаимодействии двух молекул или молекулы с атомом инертного газа. Имеется возможность определить для этих случаев длины связей и их изменение, изменение зарядового распределения, величину дипольного момента агрегатов и частоты колебаний атомов в молекулах при агрегации, а также волновые числа полос и их коэффициенты деполаризации.

Фундаментальной научной проблемой, которая решается в этих работах, является создание более полной картины связанных с межмолекулярным взаимодействием и тепловым движением молекул, структуры и свойств веществ, находящихся в газовом состоянии. Известно, что на сегодня очень актуально решение фундаментальных и прикладных вопросов, связанных со структурой и составом природного газа. Поэтому особое внимание мы уделяем межмолекулярным и внутримолекулярным взаимодействиям, определяющим в значительной степени структуру изучаемых сред и макроскопические свойства вещества. В качестве объекта выбрали низкомолекулярные углеводороды (метан, этан, пропан, бутан).

В связи с этим нами были предприняты расчеты оптимизированной структура мономера CH_4 , взаимодействующих двух молекул CH_4 , а также молекулы CH_4 с атомом Kr, С-Н колебании чистого этана в условиях изолированного молекул этана, С-Н колебание чистого пропана в условиях изолированного молекул пропана и С-Н колебание чистого бутана в условиях изолированного молекул бутана.

Для димерного образования метана и для образования метан-криптон выигрыш энергии при взаимодействии должен быть невелик. Тепловое движение частиц будет нарушать такую ориентацию. Кроме того, в сжатых газах следовало бы учесть окружение взаимодействующих молекул, которое смещает полосу обычно в сторону меньших частот. К сожалению нам не удалось это сделать.

Любопытно, что хотя энергия взаимодействия мала, расчеты дают, однако, для частот взаимного колебания молекул следующие значения: для образования $\text{CH}_4 - \text{Kr} - 43,6 \text{ см}^{-1}$, для образования $\text{CH}_4 - \text{CH}_4 - 10,4 \text{ см}^{-1}$, однако активность их в спектрах чрезвычайно мала [2,3].

Результаты расчета подтверждают, что действительно частоты С-Н колебаний тяжелых углеводородов (этан, пропан и бутана) лежат в спектральном области $2500\div 3500\text{ см}^{-1}$ комбинационных частот. Наиболее интенсивный спектр комбинационного рассеяния наблюдается в области комбинационных частот $2500\div 3500\text{ см}^{-1}$, где располагается система колебательных полос.

Литература

1. Frisch M.J., Head-Gordon M., Pople A. // J. Chem. Phys., 1990 у. 141-189 с.
2. Дорошенко И., Пицевич Г., Шаблинкас В. Кластерная структура жидких спиртов. – Lap Lambert Academic Publishing, 2012 г. 279 с.
3. Куйлиев Б., Спектры спонтанного комбинационного рассеяния низкомолекулярных углеводородов, “ИПТД имени Чулпана”, Ташкент 2018 г, 160 с.

ОЧИҚ ОПТИК АЛОҚА ТИЗИМЛАРИ

Т.А. Каримов

ТАТУ Қарши филиали, Ўзбекистон

Замонавий давр жамиятни ахборотлаштириш жараёни кескин ривожланишга олиб кирмоқда. Бу жараён ахборот-коммуникациялар хизматларидан фойдаланувчиларни телекоммуникациялар тармоқларига юқори тезлик билан (кенг полосали) уланишга ундайди. Бундай талаб Интернетдан фойдаланувчиларнинг кескин ўсиб бориши ва мультимедия, видеоконференция, электр рақамли имзодан фойдаланиш, электрон тижорат, электрон хужжат айланиш ва бошқа бир қанча замонавий хизматларни ҳаётга кириб келишидан чиқиб келяпти.

Маълумки юқори тезликдаги сигналларни узатиш ва қабул қилиб олиш учун юқори даражада ўтказиш қобилиятига эга бўлган йўналтирувчи муҳит бўлиши керак. Бундай талабларга оптик алоқа воситаларига тенг келувчи воситалар ҳозирги кунда мавжуд эмас. Бундан ташқари оптик алоқа тизимлари орқали катта ҳажмдаги ахборотларни хохлаган масофаларга узатиш мумкин.

Шунинг учун оптик алоқа жамиятни ахборотлаштириш жараёни ривожлантирувчи мукамал ва истиқболли алоқа воситаси ҳисобланади. Квант технологияси асосидаги оптик алоқа (ОА), яъни тўлиқ оптик тармоқлар AON (All-optical Networks) телекоммуникация тармоқларини келажаги ҳисобланади. Тўлиқ оптик алоқа магистрал тармоқларни, шунингдек абонентларни тармоққа уланишини ҳам қамраб, мижозларни телекоммуникация тармоқларига кенг полосали уланишларни таъминлайди. Квант технологияси асосидаги тўлиқ оптик алоқада коммутация, мультиплексорлаш ва регенерациялаш оптоэлектрон ёки электрооптик эмас, балки фақат оптик технология асосида амалга оширилади. Бу билан қурилмани техник иқтисодий кўрсаткичлари, ишончилиги ва узатиш тезлиги бир неча мартага ошади. Квант технологиясини алоқа тармоқларига тадбиқ этишда оптик коммутаторлар, оптик регенераторлар, кучайтиргичлар, фильтрлар, спектр бўйича зичлаштириш тизимлари

қўлланилади. Оптик алоқани ривожланиш тарихига назар ташласак, шуни айтиб ўтиш жоизки, цивилизациянинг бошланғич даврларида ҳам инсон ахборотларни узоқ масофаларга узатишда оптик сигналлардан фойдаланган. Бунинг учун кундуз куни у мисол учун тутунли сигналлардан ёки акс этган қуёш нуридан, тунда эса олов сигналларидан фойдаланган. Вақт ўтиши билан у қуруқликда машина телеграфи, денгизларда байроқли сигнализация ва сигнал лампалари билан алмашган. Ўз навбатида охири телефон ва телеграф радиоалоқаси билан алмашди. 1882 йил америкалик олим Александр Грехем Белл томонидан овозли ахборотни ёруғлик нури кўринишида узатиш имконини берувчи оптик телефон ишлаб чиқилди. Фан-техника, квант физикаси, оптоэлектроника бўйича эришилган ютуқлар, оптик квант генераторларини (лазерларни) яратилиши билан оптик алоқани ривожланишини замонавий даври бошланди. 60 йиллар бошида биринчи лазер яратилди. Тракт сифатида ер усти атмосфера қатлами, яъни очик алоқа линияси ишлатилган. Ҳозирда бундай тизимлар космосда, баъзи хорижий мамлакатларда кўп қаватли баланд биноларда қўлланилмоқда. 70-йилларда кварц шиша материалидан олинган тола нурни ютувчи қўшимчаларни олиб ташлаш йўли билан сўниш қийматларини камайтириш усули яратилди ва 1979 йилга келиб, оптик толани сўниш қийматларини 0,2 дБ/км гача камайтириш мумкинлиги аниқланди. Ҳозирги кунда нафақат сўниш қийматлари, балки спектр бўйича зичлаштирилган тизимларни бир неча тўлқин узунликларини битта тола орқали бир вақтда узатиш имконини берувчи, дисперсия қиймати минимал бўлган бир модали толалар ҳам яратилган. Бундай толалар Люсент Техноложиз, Корнинг каби кўплаб хорижий компаниялар томонидан ишлаб чиқарилмоқда. Ҳар бири 20 Гбит/с тезликли 55 та канални мультиплексорлаб, битта тола орқали узатиш мумкин, бунда йиғинди тезлик 1,1 Тбит/с ни ташкил этади.

Замонавий ахборот-коммуникация технологияларини ҳаётга тадбиқ этилиши, Фан техниканинг жадал ривожланиши билан билимларни тезда янгилашиши ўқувчилар олдида ана шу билимларни тизимли ва мустақил эгаллаш вазифасини қўяди.

Квант Оптик алоқа (ОА) бу ахборот ёруғлик нури кўринишида оптик тола бўйлаб ёки очик фазо атмосферада узатиладиган алоқадир. Ахборот тола орқали узатилса, толали оптик алоқа (ТОА) тизими, очик атмосферада узатилса, очик оптик алоқа (ООА) тизими дейилади.

ООА тизимларида нурланиш манбалари электромагнит тўлқинларни очик фазога нурлантиради, бунда нурланишни тарқалиш йўналиши фақатгина антеннанинг йўналиш диаграммаси билан аниқланади. ООА тизимларининг узатувчи муҳити ўз навбатида уч турга бўлинади: атмосфера, космик ва сув ости алоқа муҳитлари.

Атмосфера ООА тизимларида тўлқинларни тарқалиш характеристикаси етарли даражада об-ҳаво шароитларига боғлиқ. Атмосфера ва сув ости узатиш муҳитларининг физик бир турда эмаслиги ва уларнинг таркибидаги бегона заррачаларни узатилаётган нурланиш тўлқини билан ўзаро таъсирда бўлишидан электромагнит тўлқинлар бузилади. Заррача ўлчамларининг тўлқин узунлиги

билан таққосланадиган даражада ёки катта бўлиши бузилишларни оширади. Шу сабабли атмосфера бузилишлари оптик диапазонда турли характерга эга. Шу тарзда узатиш муҳитларини таҳлил қилиш, алоқа тизимларини лойихалаштиришда юзага келадиغان энг муҳим масала ҳисобланади. Тўлқинларни тарқалиш йўналишига тушиб қоладиган заррачалар асосан оптик нурланишни ютади ва сочади. Бу омилларни таъсир даражаси муҳит турига (сув ости, тоза ҳаво, турбулент атмосфера ва бошқалар) боғлиқ. Бу тизимларда бузилишларни камайитириш ва талаб этиладиган ишончлилиқни таъминлаш учун ретрансляция участкаси узунлигини камайитириш керак бўлади.

Космик ООА тизимларида узатиш муҳити бу атмосферадан холи бўлган очиқ фазодир. Космик муҳитда атмосфера муҳитларига хос бўлган бузилишлар ҳосил бўлмайди, улар барқарор бўлиб, алоқанинг юқори ишончлилигини таъминлайди. Космик муҳитларда асосий йўқотишлар бу тарқалишда ҳосил бўладиган йўқотишлар ҳисобланади. Бу йўқотишлар сигнал L масофага тарқалганда нурланиш майдони қувватининг йўқотиш коэффициенти билан баҳоланади ва қуйидаги ифода орқали аниқланади:

$$Z_p = \frac{1}{4\pi L^2}$$

Космик алоқа тизимларини лойихалаштиришда асосий масала бу узатиш ва қабул қилиш антенналарининг ўлчамларини мос равишда тўғри танлаш орқали йўқотишларни бартараф этиш ҳисобланади.

Адабиётлар

1. Техника оптической связи. Фотоприемники. Перев. с англ./ Под ред. У. Тсанга.-М.: Мир, 1988.-630 с.
2. Ландсберг Г.С. Оптика. – М.: Наука, 1976.
3. Govind P. Agrawal, Fiber-Optic Communication Systems, 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, 1997.
4. Оптик алоқа асослари: ўқув қўлланма/ Г.Х. Миразимова, т.ф.н., доцент Р.И. Исаев масъул муҳаррирлиги остида.-ТАТУ, 2006.

NANOSTRUKTURALI C60-ZnO INTERFEYSIDA REZONANSLI RAMAN SOCHILISH SPEKTRLARI

V.O.Kuvondikov¹, A.A. Egamberdiyev², G.A.Mirbabayeva², M.D.Mamatqulova³

¹U.A.Arifov nomidagi Ion plazma va lazer texnologiyalari instituti

²Namangan Davlat universiteti

³Nizomiy nomidagi Toshkent Davlat Pedagogika Universiteti

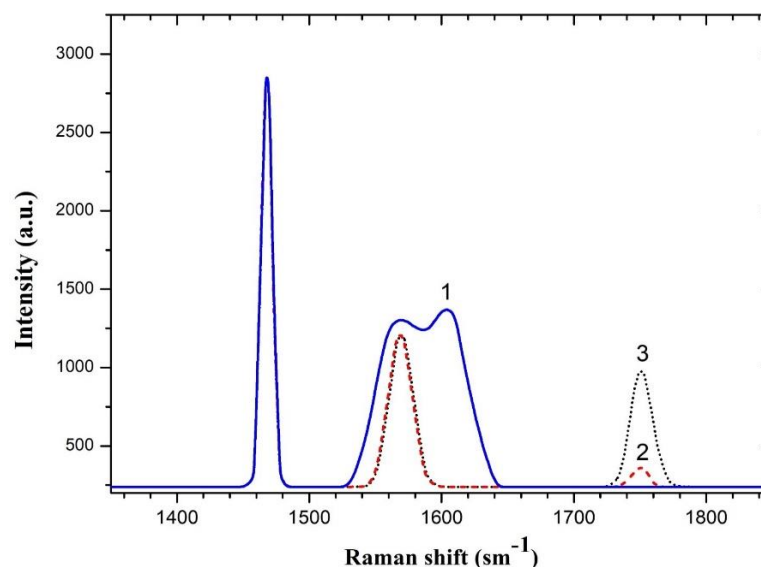
Kuvondikov@iplt.uz

So‘ngi vaqtlarda uglerod nanozarrachalari bilan qoplangan metall oksidlaridan iborat bo‘lgan nanokompozitlar, yangi avlod organik fotovoltaik elementlar, sun‘iy fotosintez tizimlari va yuqori samarali fotokimyoviy katalizatorlarni yaratish uchun o‘rganishlar obyekti bo‘lib xizmat qilmoqda [1]. Bunday kompozitlarni yaratish uchun

eng istiqbolli materillar bu fulleren 60 (C60) va rux oksidi (ZnO) hisoblanib, ularning quyidagicha sabablari mavjud: (i) C60 porfirinlar kabi organik molekulalar bilan osonlikcha supramolekulyar birikmalar hosil qiladi, bunda tarkibiy molekulalar orasidagi fotoinduktsiyalangan zaryadning ajralishi juda yuqori (~100%) kvant samaradorligiga ega va shu bilan birga, har bir C60 molekulasida 6 tagacha elektronlarni qabul qilishi mumkin va bunday birikmaning yutilish spektri quyosh spektrining muhim qismini qamrab oladi [2]; (ii) Rux oksidi ZnO, keng taqiqlangan zonaga ega (3,37 eV) yarimo'tkazgich material bo'lib, muhim ahamiyatga ega eksiton bog'lanish energiyasiga (60 meV) va yuqori elektron o'tkazuvchanlikka ega, shuningdek fotovoltaik qurilmalar uchun shaffof elektrod sifatida istiqbolli material bo'lib hisoblanadi [10-12]; (iii) turli optimal fizik-kimyoviy shartlar asosida ZnO ni ikkilamchi akseptor sifatida C60 dan elektronlarni qabul qiluvchi sifatida foydalanish mumkin [3]. Shundan kelib chiqqan holda, C60 molekulalari va ularning nanostrukturali ZnO sirti o'rtasida kuchli elektron bog'lanish hosil bo'lishining fizik sabablari va mexanizmlarini o'rganish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Ushbu ishda C60 molekulalari va ZnO kristalli sirti o'rtasidagi elektron bog'lanish paydo bo'lishini o'rganish maqsadida C60-ZnO interfeysining Raman spektrlari tadqiq qilindi. Ishda obyekt sifatida nano o'lchamli sirt relefiga ega ZnO yupqa plyonkasi sirtiga adsorbsiyalangan C60 molekulalari qatlamidan iborat interfeys o'rganildi.

O'rganilayotgan ob'ektlarning Raman sochilishi spektrlari Raman Renishaw - 2000 spektrometri yordamida ≤ 5 mVt quvvatga ega $\lambda=325$ nm bo'lgan lazerlar yordamida qo'zg'atilib o'lchandi. Ushbu spektrlarni 100x mikroob'ektiv yordamida qattiq fokuslash bilan qayd qilindi.



1-rasm. 1- C60 eritmasi qatlami bo'lgan ZnO plyonka, 2- toluol bug'langandan keyin va 3 - ushbu interfeysni $\lambda=325$ nm ultrabinafsha nurlanishi bilan uzoq vaqt nurlantirgandan so'ng olingan Raman sochilish spektrlari.

C60-ZnO interfeysining Raman sochilishini spektrning yuqori chastotali (1350 cm^{-1} - 1850 cm^{-1}) sohasida yuqori sezgirlik va yuqori fazoviy ajrata olish qobiliyati, shuningdek, yuqori intensivlikdagi ultrabinafsha nurlar nurlanishida intensivlikdagi juda zaif sochilish chiziqlarini va ularning o'zgarishini aniqlashga imkon berdi. 1-

rasmda o'rganilayotgan interfeysida C60 tolouldagi eritmasi qatlamini ZnO plyonkasiga yotqizilgandan so'ng (1), toluol bug'langandan keyin (2), shuningdek, 4 mVt (3) quvvatga ega UB lazer ($\lambda=325$ nm) nurlanishi bilan uzoq muddatli (5 daqiqa) nurlanishdan keyin o'lchangan Raman spektrlari ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, C60 eritmasi qatlami bo'lgan namunaning sochilish spektrida 1467 cm^{-1} da C60 ning intensiv sochilish polosasi bilan bir qatorda spektrda qisman bir-biriga yopishgan ikkita, $\sim 1575\text{ cm}^{-1}$ da va $\sim 1600\text{ cm}^{-1}$ toluolga xos bo'lgan chiziqlar mavjud. Ushbu o'zaro birikkan ikkita liniyalardan birinchisi qisman, ikkinchisi toluol bug'langanda butunlay yo'q bo'lib ketadi, $\sim 1575\text{ cm}^{-1}$ bo'lgan qolgan qismi esa Hg C60 chizig'iga ta'luqli [4].

Shu bilan birga, toluol bug'langandan so'ng (ya'ni ZnO plyonkasi yuzasiga C60 molekulalarning adsorbsiyasidan so'ng) o'rganilayotgan namunaning Raman spektrida maksimal 1750 cm^{-1} bo'lgan juda zaif intensiv polosa paydo bo'ldi (2-liniya). Ushbu polosaning amplitudasi kuchli ultrabinafsha nurlanishi bilan interfeysning uzoq muddatli nurlanishidan keyin sezilarli oshganini ko'rish mumkin. Bundan tashqari, ushbu polosaning intensivligi nurlanishning intensivligi va davomiyligiga proporsional ravishda oshdi, ammo keyinchalik to'yindi. Ta'kidlab o'tish kerakki, ZnO plyonkasi sirtida C60 molekulalarining qatlami mavjud bo'lmaganda, hatto yuqori intensiv ultrabinafsha nurlanishiga uzoq vaqt ta'sir qilgandan keyin ham bu tarmoqli kuzatilmadi. Adabiyotlarni [4] tahlil qilinganda chastotaning siljishiga ko'ra, bu diapazon C-O atomlari tebranishlari bilan bog'liqligi aniqlandi.

Adabiyotlar:

1. S. K. Hau, H. L. Yip, H. Ma, A. K. Jen. Appl. Phys. Lett., 93, (2008) 233304 -1-4
2. H. Imahori. Org. Biomol. Chem., 2, (2004) 1425-1433
3. P. V. Kamat. Journal of Amer. Chem. Society, 113, (1991) 9705-9707
4. D. S. Bethune, G. Meijer, et all. Chemical Physics Letters, 179, (1991) 181-186
5. P. V. Kamat, V. Gevaert, K. Vinodgopal. J. Phys. Chem. B, 101, (1997) 4422-4427

НАНОСТРУКТУРАЛИ ZnO ЮПҚА ПЛЁНКАСИГА ЛАЗЕРЛИ ОТЖИГ ТАЪСИРИНИНГ ФОТОЛЮМЕНИСЦЕНТ СПЕКТРОСКОПИЯСИ

В.О. Кувондиков¹, А.А.Эгамбердиев², Г.А.Мирбабаева², М.Д.Маматқулова³

¹У.А.Арифов номидаги Ион-плазма ва лазер технологиялари институти

²Наманган Давлат Университети

³Низомий номидаги Тошкент Давлат Педагогика Университети

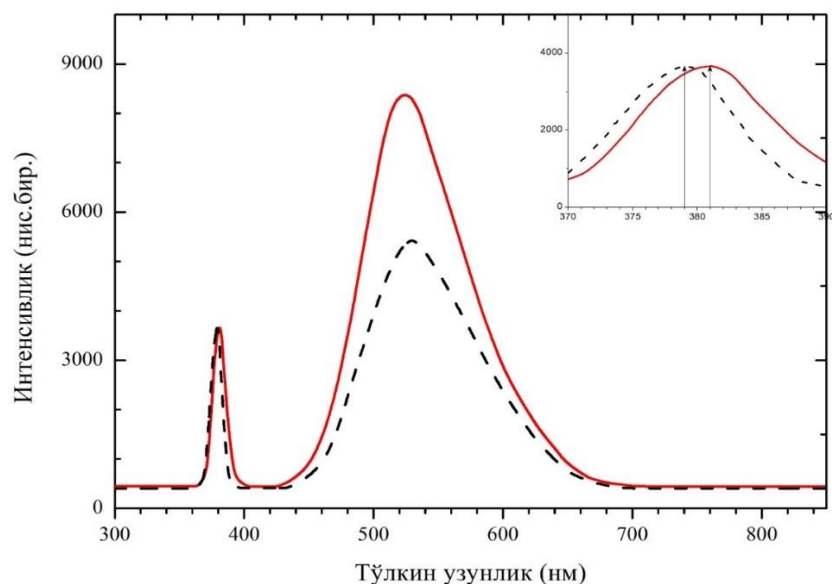
Kuvondikov@iplt.uz

Бугунги кунда дунёнинг кўплаб илмий марказларида Рух оксиди (ZnO) наноматериалларининг хусусиятларини аниқлаш ва истиқболли амалий тадбиқларини янада кенгйтириш бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда. Рух оксиди материалларининг ноёб хусусиятлари шундаки, бир томондан ZnO нинг таъқиқланган зонаси кенглиги (3,37 эВ) ва экситонлари боғланиш энергияси (60

мэВ) катталиги ҳамда шаффоф оксид яримўтказгич хусусиятлари бўлса, бошқа томондан бундай материалларнинг юқори иссиқликка чидамлилик ва механик хоссаларидир [1]. Одатда ZnO наноматериаллар зич жойлашган нанозаррачалар, наностержилардан ташкил топади ёки сирти наноўлчамли рельефга эга юпка плёнкадан ташкил топган бўлади. Шунингдек уларнинг физик характеристикалари, табиийки, сирт морфологиясининг аниқ кўринишига ва нанотузилма ўлчамларига кучли боғлиқ бўлади [2].

Юқоридаги фикрлардан келиб чиқиб, ZnO плёнкаси структуравий электрон хоссаларини унинг фотолюменисценция спектрлари орқали ўрганиш мақсадида кварц шишали тагликда ультратовушли спрей-пиролиз усули билан ўстирилган, сирти наноструктуравий рельефга эга бўлган ~100 нм қалинликли ZnO плёнкаси тадқиқ қилинди. ZnO плёнкасини тайёрлаш босқичлари ва тафсилотлари [3] адабиётда батафсил кўрсатилган.

ZnO плёнкаси $\lambda=325$ нм ли лазер нурланиши билан уйғотилишида иккита полосадан иборат фотолюменисценция линиялари кузатилди – ~380 нм да максимумга эга тор УБ полоса ва ~530 нм да максимумга эга бир мунча катта кенгликли яшил полоса. Шундай бироқ қуввати каттароқ нурланиш билан ZnO плёнкаси узок муддат нурлатилса интенсивлик бир мунча камайиб, УБ полоса максимуми тўлқин узунлигининг бироз ошиши кузатилди, бироқ бу вақтда яшил полосада интенсивликнинг ошиши ва максимуми тўлқин узунлигининг озгина камайиши кузатилди. 1 – расмда 25 минут давомида 4 мВт қувват билан $\lambda=325$ нм ли лазер нурланиши билан нурлатилгунига (узук чизик) ва нурлатилганидан кейинги (тўлиқ чизик) спектрлар кўрсатилган. Спектрлар ўлчашларни аниқроқ баҳолаш учун УБ полосалар максимуми бўйича бир-бирига таққосланган. Бунга сабаб УБ полосалар максимуми силжиши сезиларсиз эканлигидир (кичик расмда кўрсатилган).



1-расм. ZnO юпка плёнкасининг $\lambda=325$ нм ва қуввати 4 мВт бўлган лазер нурланишгача (узук чизиклар) ва 25 минут давомида нурланишдан кейин (тўлиқ чизик) ўлчанган фотолюменисценциялари спектрлари

Бундай шароитларда УБ полоса 2 нм максимумининг силжиши (379 дан 381 нм гача) ва яшил полосалар интенсивликлари нисбатларининг бир ярим марта ошиши ҳамда ZnO плёнкасини лазерли отжигдан кейин температураси 1000⁰С гача кўтарилгани [4] ишда кузатилганига қараганда бирмунча кичик.

Юқори температураларда ZnO плёнкаси интенсив тарзда кислородни йўқотади ва ZnO кристалл панжарасида кислородли бўш ўринлар концентрацияси кескин ошади. Бунда нуқсонларнинг бундай тури билан боғловчи ZnO фотолюменисценцияси яшил полосалари интенсивлиги ўсиши керак, бунинг натижасида у билан рақобатлашувчи УБ полосалар эса камайади деган хулоса чиқариш мумкин. Ҳисоблашлар шуни кўрсатадики бизнинг экспериментларимиз шароитларида ёруғлик қуввати концентрацияси ($\approx 10^5$ Вт/см²) бўлганида 100 нм қалинликли 70% ёруғликни ютувчи ZnO плёнкасида температура $\leq 700^0$ С гача ошади, бу кўрсатилган ишларда қўлланилган отжиг температурасининг максимал қийматларидан сезиларли даражада кичикдир.

Спрей-пиролиз усули билан тайёрланган ZnO юпқа плёнкасини лазерли отжиг билан ZnO нинг қайта кристалланиш температурасига қараганида анча кичик температураларда физик хоссаларини сезиларли ўзгартириши мумкинлиги аниқланди.

Адабиётлар:

1. Janotti A., Van de Walle C. G. Reports on progress in physics. – 2009. – Vol. 72. – №. 12. – pp. 126501.
2. Shalish I., Temkin H., Narayanamurti V. Physical Review B. – 2004. – Vol. 69. – №. 24. – С. 245401.
3. E. A. Zakhidov, V. O. Kuvondikov. et all. Journal of Applied Spectroscopy, Vol. 85, No. 1, 2018. pp. 73-78.
4. Studenikin S. A., Golego N., Cocivera M. Journal of Applied Physics. – 1998. – T. 83. – №. 4. – С. 2104-2111.

LAZER FIZIKASINING BUGUNGI KUNDAGI O‘RNI VA XUSUSIYATLARI

J.N. Xo‘jamberdiyeva, I.O. Haqberdiyeva, F.O. Haqberdiyeva

Qarshi davlat universiteti, Qarshi shahri 180119, Ko‘chabog‘ ko‘chasi, 17-uy

Optika-fizikaning yorug‘likning fizik tabiati va xossalarini, shuningdek, uning materiya bilan o‘zaro ta‘sirini o‘rganadigan bo‘limi. Shunga ko‘ra, yorug‘lik hodisalari ko‘pincha optik hodisalar deb ataladi. “Optika” so‘zi yunoncha so‘zdan olingan bo‘lib ko‘rish haqida fan degan ma‘noni anglatadi. Insonning atrofdagi dunyo haqidagi ma‘lumotlarning miqdori va sifati bo‘yicha ko‘rish eshitishdan ancha ustundir. Bu haqiqat ko‘rinadigan yorug‘lik ($\lambda < 10^{-6}$) va eshitadigan tovush ($\lambda > 10^{-2}$) to‘lqin uzunlikdagi sezilarli farq bilan bog‘liq. Ma‘lumki, to‘lqin jarayoni natijasida yaratilgan tasvirning minimal o‘lchamlari mos keladigan to‘lqin uzunligi bilan taqqoslanadi.

Optikada yorug'lik deganda chastotalari $1,5 \cdot 10^{11}$ Hz dan $3,0 \cdot 10^{16}$ Hz gacha bo'lgan Elektromagnit to'liqlar tushiniladi. Bu diapazon infraqizil ($1,5 \cdot 10^{11}$ - $4,0 \cdot 10^{14}$ Hz), ko'rinadigan ($4,0 \cdot 10^{14}$ - $7,5 \cdot 10^{14}$ Hz) va ultrabinafsha ($7,5 \cdot 10^{14}$ - $3,0 \cdot 10^{16}$ Hz) diapazonlariga bo'linadi. Zamonaviy optika yorug'likning elektromagnit nazariyasiga asoslanadi. Ma'lumki, XIX asrning ikkinchi yarmida, J.Maksvell elektromagnit to'liqlarning vakuumda tarqalish imkoniyatini isbotladi. Uning nazariyasidan olingan xulosaga ko'ra, yorug'lik elektromagnit xususiyatga ega, chunki uning tarqalish tezligi vakuumdagi elektromagnit to'liqlarning tarqalish tezligiga teng. 1672 yilda ingliz olimi Robert Guk ingliz qirollik jamiyatiga bergan ma'ruzasida yorug'lik tez tarqaladigan ko'ndalang to'liq ekanligini taxmin qildi. Shundan so'ng ko'plab olimlar yorug'lik tezligini aniqlash ustida tajribalar olib borishgan. Bulardan biri amerikalik fizik Albert Maykelson 1926 yilda yorug'lik tezligini aniqroq o'lchash uchun ikki tog' cho'qqisi orasida joylashgan, ularning orasidagi masofa $L=35373,21$ m bo'lgan qurilmadan foydalangan. Qurilma yordamida yorug'lik tezligining taxminiy qiymatlari olingan va u quyidagiga teng $c=299792458$ m/s deb hisoblangan. Biz odatda uni taqribiy qiymatidan foydalanamiz $c=3 \cdot 10^8$ m/s.[1]

Lazer (optik kvant generatori) –faol muxit atomlari (ionlari, molekulari) tomonidan yorug'likning stimullangan emissiyasi yoki tarqalishi tufayli ko'rinadigan diapazonda kogerent va monoxromatik elektromagnit to'liqlarni hosil qiluvchi qurilma. "Lazer" so'zi inglizcha "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation"-yorug'likning stimulyatsiya qilingan emissiya orqali kuchaytirish so'zlarining qisqartmasidir.

Lazerning ishlashining fizik asosi induktsiyalangan nurlanishning kvant mexanik hodisasidir. Lazer nurlanishi uzluksiz, davomiy quvvatga ega bo'lishi mumkin va juda yuqori quvvatlarda ham ishlaydi. Ba'zi sxemalarda lazerning ishchi elementi boshqa manbadan nurlanish uchun optik kuchaytirgich sifatida ishlatiladi. Ishchi vosita sifatida materiyaning barcha agregat holatidan foydalaniladigan juda ko'p turdagi lazerlar mavjud. Lazerlarning ba'zi turlari, masalan, bo'yoq eritmasi lazerlari yoki polixromatik qattiq holatdagi lazerlar keng spektrli diapazonda butun chastota diapazonini yaratishi mumkin. Lazerlarning o'lchamlari ba'zi yarim o'tkazgich lazerlar uchun mikroskopikdan tortib, ba'zi shisha lazerlar uchun futbol maydonining o'lchamigacha. Lazer nurlanishining noyob xususiyatlari ularni fan va texnikaning turli sohalarida, shuningdek, kundalik hayotda, kompakt disklarni, shtrix kodlarni o'qish va yozishdan tortib boshqariladigan termoyadro sintezi sohasidagi tadqiqotlarga qo'llash imkonini berdi.[2]

Tibbiyotda qo'llaniladigan tor kogerent yorug'lik nurlari ushbu asrdagi eng muhim yuqori texnologiyali tibbiy texnologiyadir. Lazer davolshda inqilobiy yutuqqa ega va turli to'liq uzunliklari turli terapevtik sohalar uchun mos keladi. Masalan, periodontitni lazer bilan davolash samarali. Tibbiyotda lazerlar jarrohiy operatsiyalarida ham keng qo'llaniladi.

Optogenetika jadal rivojlanayotgan fanlararo biotexnologik texnologiyadir. Ushbu texnologiya hujayralarni o'rganishning o'ziga xosligi tufayli yuqori fazoviy-vaqt rezolyutsiyasini talab qiladi. Lazerlardan foydalanish hujayra va tana faoliyatini kuzatishning an'anaviy usullarining kamchiliklarini bartaraf etadi, shuningdek,

nervologiyani o'rganishning inqilobiy usulini ta'minlaydi. Tadqiqot sohalariga asab tizimining asosiy tadqiqotlari, xotira tadqiqotlari, uyqu buzilishi, depressiya buzilishi va boshqalar kiradi.[3]

Mutaxassislarining fikricha, yaqin kelajakdagi lazer texnologiyasi insonni mahsulot yaratish jarayonidan deyarli chiqarib yuboradigan interfeysdir. Lazer sanoatining rivojlanishiga hissa qo'shadigan asosiy yo'nalishlardan biri qo'shimcha texnologiyalardir. So'nggi o'n yil ichida ishlab chiqarish sanoatidagi eng so'nggi yutuqlar bo'lgan tolali lazerlar quvvat va ishlash ko'lamini oshirishda ajoyib yutuqlarni ko'rsatdi va ularni eng tez rivojlanayotgan korxonalardan biriga aylantirdi. [4]

Adabiyotlar:

1. Handy D.E., Loscalzo J. Redox Regulation of Mitochondrial Function Antioxidants & Re-dox signaling. – 2012.
2. Б.Салех, М. Тейх Оптика и фотоника. Принципы и применения.-Т1.- Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2012. - 760 с.
3. Медицинская и биологическая физика: учебник / Ремизов А.Н. 2013.
4. Internet manbalari: www.krugosvet.ru, www.evkova.org

SUYUQLIKLARDA MOLEKULALARARO O'ZARO TA'SIRNI RAMAN SPEKTROSKOPIYASI ORQALI O'RGANISH

E.O. Satimov, B.X. Eshchanov

¹Urganch davlat Universiteti (satimov.elyor123@mail.ru)

²Chirchiq davlat pedagogika instituti (bakhodir.eshchanov@gmail.com)

Annotatsiya. Suyuq aromatik uglevodorodlar - bromobenzol, dioksan, toluolning tebranish spektrlari Raman spektroskopiyasi yordamida keng chastota diapazonida o'rganiladi.

Kalit so'zlar: molekula, tebranish spektroskopiyasi, bromobenzol, dioksan, toluol, depolarizatsiya, potensial to'siq.

Tebranma harakat spektroskopiyasi moddalarning suyuq holatini o'rganishning eng samarali eksperimental usullaridan biridir. Tebranma harakat spektroskopiyadan foydalanib, boshqa eksperimental tadqiqot usullari uchun ko'pincha mavjud bo'lmagan ma'lumotlarni olish mumkin. Suyuqliklardagi molekulalararo o'zaro ta'sirlar molekulalardagi atomlararo bog'lanish kuch konstantalarining o'zgarishiga olib keladi. Ushbu o'zaro ta'sirlarning dinamik tabiati suyuqliklarning tebranish spektrlaridagi chiziqlarning kengayishiga sabab bo'ladi. Suyuqlikda turli komplekslar va assotsiatsiyalar hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan nisbatan uzoq muddatli lokal tartibning mavjudligi molekula ichidagi tebranishlar chastotalarining o'zgarishida namoyon bo'ladi.

Keng ilmiy va amaliy qo'llanilishiga qaramay, past chastotali Raman spektrlarining namoyon bo'lishi bilan bog'liq mexanizmlarni o'rganish hozirgi vaqtda

ilmiy adabiyotlarda deyarli yoritilmagan. Ushbu muammolarga bag'ishlangan bir nechta adabiyotlar mavjud [1-3]. Taqdim etilgan ishda biz bromobenzol (C_6H_5-Br), toluol ($C_6H_5-CH_3$) va dioksan ($C_4H_8O_2$) kabi ba'zi suyuq aromatik uglevodorodlardagi molekulalararo o'zaro ta'sirlarni ularning Raman spektrlarini tahlil qilib o'rganamiz. Molekulalar tuzilishi asta-sekin murakkablashadigan birikmalarning butun sinflarini bunday tizimli o'rganish alohida ahamiyatga ega. Bu molekulalarning shakli va hajmining molekulalararo o'zaro ta'sirdagi rolini tushunishga yordam beradi.

Suyuqliklardagi molekulalarning tebranish relaksatsiyasi asosan molekulalararo o'zaro ta'sirlar bilan belgilanadi. Molekulyar tebranishlarda relaksatsiyaning uch mexanizmi ajralib turadi:

- energiya relaksatsiyasi, bu molekula ichidagi tebranishlar energiyasini harakatning boshqa barcha erkinlik darajalariga, shu jumladan molekulalarning translatsion va aylanish harakatlariga va boshqa tebranish rejimlariga tarqalishi;
- faza relaksatsiyasi, ya'ni atrofdagi molekulalar bilan to'qnashuv yoki boshqacha aytganda, mahalliy maydon tebranishlari orqali molekula ichidagi tebranishlarning fazaviy modulyatsiyasi;
- rezonans energiya almashinuvi - bir xil turdagi ossilatorlar o'rtasida molekula ichidagi tebranishlarning energiya kvantlarining almashinuvi.

Bizning ilmiy tadqiqot ishimiz Raman spektrlari STR250 lazerli Raman spektrometri yordamida konfokal mikroskop bilan qayd etilgan. Bu yuqori sezuvchanlikka ega bo'lgan juda ixcham moslashuvchan tizim bo'lib, zaif Raman sochilish spektrlarini qayd qilish uchun ishlatilishi mumkin. Bizning eksperimental ma'lumotlarimizga ko'ra, bromobenzolda C-Br, toluolda C-H va dioksanda C-O ning Raman chiziqlari murakkabdir. Brombenzol uchun taxminan 177 cm^{-1} , 310 cm^{-1} , 998 cm^{-1} va 3077 cm^{-1} chastotali to'rtta asosiy diapazonni ajratish mumkin. Eng asosiy chiziq 3077 cm^{-1} bo'lib, uning fonida nisbatan past intensivlikdagi 3142 cm^{-1} chastotali chiziq yotadi. Bu shuni ko'rsatadiki, bu barcha chiziqlar bir xil C = H tebranishlari bilan bog'liq bo'lishiga qaramay, ularning depolarizatsiya koeffitsientlari har xil. Umumiy tuzilish xususiyatlariga ega bo'lgan birikmalarning spektrlarini taqqoslashda ma'lum bo'ldiki, ba'zi hollarda chastotalar bilan birga boshqa parametrlar - intensivlik, kenglik va depolarizatsiya darajasi - bir molekuladan ikkinchisiga o'tishda o'z qiymatini saqlab qoladi.

Bizning hisob-kitoblarimiz shuni ko'rsatdiki, [4] dan o'rganilayotgan molekulalar uchun vodorod atomlari orasidagi repulsiya funktsiyasidan foydalaniladi:

$$U = 950,5 \exp(-1,98r) - 1995 \exp(-3,7r), \quad (1)$$

bu yerda r - angistruumlardagi vodorod atomlari orasidagi masofa, ko'p hollarda boshqa atomlar orasidagi o'zaro ta'sirni hisobga olmagan holda, tajriba ma'lumotlari bilan qoniqarli moslashuvni beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. R.L. Redington. The infrared spectrum and barriers hindering internal rotation in H_2S_2 , CF_3SH , and CF_3SD . *J. Mol. Spectr.* 9, 469 (1962).

2. B. Eshchanov, Sh. Otajonov, Kh. Rakhmatullaeva. Application of Raman scattering of light to study the structure of molecules. *Intern. J. Sci. & Engin. Research*. 9, 1532 (2018).
3. G.A. Pitsevich, I.Yu. Doroshenko, V.Ye. Pogorelov, E.N. Kozlovskaya, T. Borzda, V. Sablinskas, V. Balevicius. Long-wave Raman spectra of some normal alcohols. *Vibr. Spectroscopy*. 72, 26 (2014).
4. Sh. Otajonov, B. Eshchanov, A. Isamatov. Manifestation of substance molecular structure in temperature effects of light scattering. *J. Chem. Chem. Engin.* 7, 791 (2013).

CURRENT TRANSFER MECHANISM IN HETEROSTRUCTURES

$n\text{Ge}-p(\text{Ge}_2)_{1-x-y}(\text{GaAs})_x(\text{ZnSe})_y$

S.Z. Zaynabidinov¹, A.Y. Boboev^{1,2}

¹Andijan State University, Andijan, Uzbekistan, 170100

²Research Institute of Semiconductor Physics and Microelectronics, Tashkent, Uzbekistan, 100057

Epitaxial layers $(\text{Ge}_2)_{1-x-y}(\text{GaAs})_x(\text{ZnSe})_y$ grown on germanium substrates attract researchers as a new semiconductor material, and the structures derived from them are theoretical and practical interest for the micro - and optoelectronics.

We have studied the solid solutions $(\text{Ge}_2)_{1-x-y}(\text{GaAs})_x(\text{ZnSe})_y$ grown by liquid phase epitaxy from a limited volume bismuth molten solution in an atmosphere of purified hydrogen palladium. The substrate was Ge washer with diameter 20 mm and thickness 350 microns, with the crystallographic orientation (111) n - type conductivity and with resistivity 1 ohm·cm. Epitaxial layers were p - type conductivity and thickness of the layers was 20 microns.

To study the structure of the semiconductor contacts were created by vacuum deposition of silver - solid on the back side and a rectangular with area of 8 mm² from the epitaxial layer.

To determine the mechanism of current transport were measured current-voltage characteristics (CVC) of these structures at different temperatures (fig.1.). One can see from fig.1 CVC forward at temperatures of 298 - 398 K consists of two distinctive sections. Initial exponential section of the CVC up to 1 V is well approximated by the well-known theory of V.I. Stafeyev [1] and elaborated in [2] for p-i-n-structures:

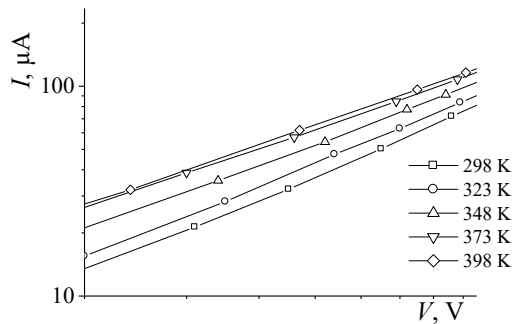


Fig.1. Current-voltage characteristics of $n\text{Ge}-p(\text{Ge}_2)_{1-x-y}(\text{GaAs})_x(\text{ZnSe})_y$ structures in the forward direction in a logarithmic scale at different temperatures

$$I = I_0 e^{\frac{qV}{ckT}} \quad (1)$$

where q - elementary charge, k - Boltzmann constant, V - the bias voltage, T is the absolute temperature. The value of "c" in the exponent can be directly calculated from the

experimental points of the exponential section curves CVC using the relation

$$c = \frac{q}{kT} \cdot \frac{V_2 - V_1}{\ln \frac{I_2}{I_1}}, \quad (2)$$

where in I_1 , I_2 - current values of two voltages V_1 , V_2 . Values "c" which calculated according to this formula, at different temperatures are shown in table 1. As it seen from table 1 the "c" decreases with increasing temperature from 298 K to 398 K.

Table 1. Characteristic parameters of the solid solution $(Ge_2)_{1-x-y}(GaAs)_x(ZnSe)_y$

T (K)	298	323	348	373	398
I_0 (A)	$11.96 \cdot 10^{-6}$	$12.26 \cdot 10^{-6}$	$14.5 \cdot 10^{-6}$	$19 \cdot 10^{-6}$	$16 \cdot 10^{-6}$
C	17.75	15	12.53	12.8	10.23
B	12.7	15.4	19.25	18.74	24.9
ρ (Ohm·cm)	$46.35 \cdot 10^6$	$49.47 \cdot 10^6$	$45.63 \cdot 10^6$	$46.27 \cdot 10^6$	$47 \cdot 10^6$
τ , s	$1.1 \cdot 10^{-8}$	$1.08 \cdot 10^{-8}$	$1.05 \cdot 10^{-8}$	$9.9 \cdot 10^{-9}$	$8.5 \cdot 10^{-9}$

On the other hand, as it shown in [3] "c" given by the following expression:

$$c = \frac{2b + ch \left(\frac{d}{L_p} \right) + 1}{b + 1}, \quad (3)$$

where d - thickness of the base, in our case $d = 20$ m, L_p -diffusion length of the major carriers - holes defined by the formula:

$$L_p = \sqrt{\frac{\varepsilon \varepsilon_0 k T}{q^2 p}} \quad (4)$$

where ε - dielectric constant determined from experimental data using the formula $C = \varepsilon \varepsilon_0 S / d$, where ε_0 - dielectric constant, q and p - charge and majority carrier concentration: $b = \mu_n / \mu_p$ ratio of electron and hole mobilities. Using $d = 20$, and $b = 12,7$, from (4) one can find the value of the diffusion length L_p of major carriers, which is equal to $3,3 \cdot 10^{-6}$ m. Mobility major carriers - holes, determined by the method of Hall, was $\mu_p = 378$ cm²/V·s, the value of the mobility of the minority carriers (electrons) of the current defined from $\mu_n = b \cdot \mu_p = 4800$ cm²/V·s. Then calculates the product of the mobility on the lifetime of the majority carriers ($\mu_p \cdot \tau_p$) by the formula

$$\mu_p \tau_p = \frac{q L_p^2}{k T}. \quad (5)$$

At room temperature the product $\mu_p \tau_p$ is $\sim 4,16 \cdot 10^{-6}$ cm²/V; in turn, it is possible to determine the lifetime of the majority carriers $\sim \tau_p = 1,1 \cdot 10^{-8}$ s. Exponential factor I_0 in the formula (1) has the form [1]:

$$I_o = \frac{k T}{q} \cdot \frac{S \cdot b \cdot ch(d / L_p)}{2(b + 1) \cdot L_p \cdot \rho \cdot tg(d / 2L_p)} \quad (6)$$

where $\underline{S}$ - the sample area, ρ - resistivity layer between the Ge substrate and the solid solution $(Ge_2)_{1-x-y}(GaAs)_x(ZnSe)_y$ (i.e, the p-n junction). Value I_0 , determined from the experimental points of the curves CVC data table 1 and using equation (6) at room temperature was equal to $12 \cdot 10^{-6}$ A. Also calculated resistivity ρ of transition layer of the substrate and the film, which was $4,6 \cdot 10^7$ Ohm·cm at room temperature. It is shown in the table 1 that with increasing temperature resistivity layer between the substrate and the epitaxial film is almost unchanged.

References

1. Stafeev V.I. Impact resistance of the semiconductor thickness on the current-voltage characteristic of the diode form . JTPh. Leningrad, 1958. Vol.8, p.1631-1641.
2. E.I.Adirovich, P.M.Karageorgiy-Alkalaev, A.Yu.Leiderman. Double injection currents in semiconductors. (Moscow, Soviet Radio, 1978).
- 3 A.S.Saidov, M.S.Saidov, Sh.N.Usmonov, U.S.Asatova. Growing films $(InSb)_{1-x}(Sn_2)_x$ on GaAs substrates by liquid phase epitaxy. Semiconductors. 2010. Vol.8. p.970-977.

ИНГИЧКА ТОЛАЛИ “СУРХОН-14” НАВЛИ ПАХТА ТОЛАЛАРНИНГ ЭЛЕКТРЎТКАЗУВЧАНЛИК ХОССАЛАРИ

^{2,3}А.Т.Мамадалимов, ¹С.У.Умарова, ^{2,3}Н.К.Хакимова,
³Ж.Н.Хасанов, ³Ф.Р.Назаров, ³Д.Э.Хазратов, ³М.Б.Норбоев³

¹Қарши давлат университети, ²ЎзМУ хузуридаги ЯримЎтказгичлар
физикаси ва микроэлектроника илмий тадқиқот институти, ³Мирзо Улуғбек
номидаги Ўзбекистон Миллий университети

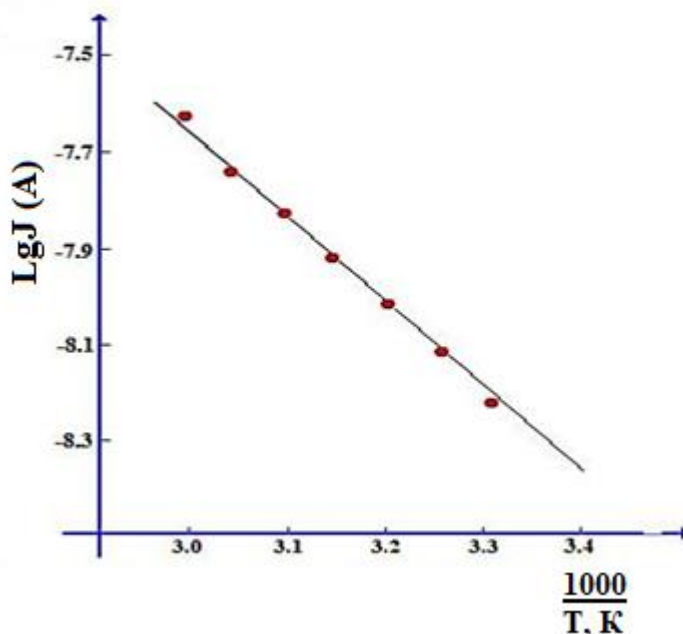
Тажрибалар таҳлили шуни кўрсатадики, пахта ва ипак толалари дунёда биринчи марта Ўзбекистон Миллий университетида, яримЎтказгичли хусусиятига эга эканлиги аниқланган. Бугунги кунда пахта ва ипак толалари асосида ўтказилган экспериментлар натижасида яратилган қонуниятларга асосланиб, электрон техниканинг элементлари-электрон намлик ўлчов асбоби, диод, гетерофотодиод ва транзисторлар яратилган [1-3]. Ҳозиргача табиий толаларнинг хусусан, пахта ва ипак толаларининг физикавий хусусиятлари тўлиқ текширилмаган айниқса, электрофизикавий ҳоссалари. Шунинг учун табиий толаларининг электрофизик хоссаларини ўрганиш долзарб муаммолардан ҳисобланади. Бизнинг мақсадимиз пахта толаларининг физикавий хусусиятларини аниқлаш.

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, пахта ва ипак толаларининг электрофизикавий хусусиятлари уларнинг навларига боғлиқ экан. Бунда асосан пахта толаларининг ташқи қопламаси (кутикула) асосий ролни ўйнай экан. Пахта, лён, рама, канош ва бошқа табиий толаларнинг морфологик структураси ҳақидаги замонавий тасаввурлар электрон – микроскопик, бошқа физикавий ва физика кимёвий тадқиқотлар натижасида келиб чиққан. Барча целлюлозавий толаларнинг морфологик структурасини шаклланиши умумий қонуниятлар билан характерланади ва толалар бир хил шаклли элементлардан ташкил топади. Фарқи фақат уларнинг ўлчами ва юпка структурасидадир.

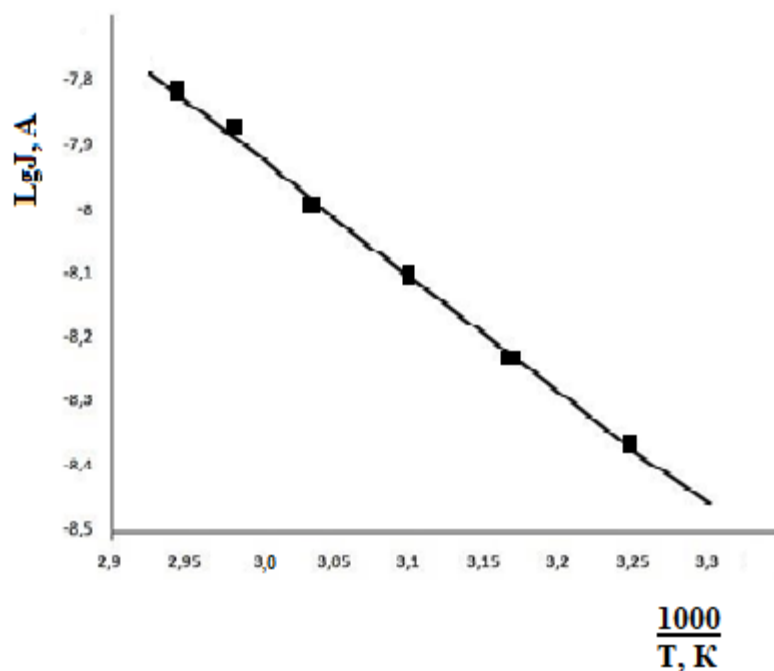
Пахта толаларининг (ПТ) молекуляр структурасини ўзгариши натижасида уларнинг электрон ҳолатини ўзгартириши мумкин. Бу ўз навбатида, ПТ сида электрофизик хоссаларини ўзгаришига олиб келади. Намуна сифатида толаларнинг электрЎтказувчанлигига легирлашнинг таъсирини келтириш мумкин, жумладан легирлаш йўли билан ПТ си сиртига йодни ўтказишни қараб

чиқиш мумкин. Намуна 10 % йодни спиртдаги эритмасида 15-20 минут бўктириб турилди, сўнгра хона температурасида қуритилди, кейин йод миқдори ҳамда электрўтказувчанлиги аниқланди. Йод билан легирланган намунада ($T=300\text{ K}$) электрўтказувчанлиги бир неча тартибда ортади. Бунга сабаб шуки, йод кристаллик ва фибрилларни аморф қатламларига кириб қолади ва макромолекулалараро боғланишларни сусайтиради. Бунда структура тартибли бўлиши ўта муҳимдир, ҳамда ўз навбатида электрўтказувчанлик бўйича муҳим иштирок этади.

ПТ даги ўтказувчанлик механизмини яхшироқ тушуниш учун тоза ва легирланган намуналар учун токнинг температурага боғлиқлиги ўрганилди. 1-расм ва 2-расмларда KMnO_4 ва I_2 билан легирланган “СУРХОН–14” навли ПТ намуналари токининг температурага боғлиқлиги кўрсатилган. 1-ва 2-расмларда кўриб турибдики, электрўтказувчанлик температура ортиши билан $E_t = 0,34\text{ эВ}$ ва $E_t = 0,44\text{ эВ}$ активацияланиш энергияси билан экспоненциал ортиб борарэкан. Легирловчи аралашмалар молекулалари тутиб қолишнинг қўшимча марказлари бўлиб улар аморф соҳадаги полимер молекулалари билан боғланишни таъминлайди ва бу ўз навбатида зарядни кўчиришда комплекслар пайдо бўлишига олиб келади деб ҳисобланади. Бу ҳолда заряд ташувчилар полимер молекуласи ичида уйғотилади, KMnO_4 ва I_2 нинг киритилган молекулалари яккаланган полимер матрицасида потенциал тўсиқни камайтириш йўли билан ташувчилар ҳаракатига ёрдам беради.



1-расм. KMnO_4 билан легирланган “СУРХОН–14” навли ПТсини электр ўтказувчанлигининг температурага боғлиқлиги. ($E_t = 0,34\text{ эВ}$)



2-расм. I_2 билан легирланган “СУРХОН–14” навли ПТсини электр ўтказувчанлигининг температурага боғлиқлиги. ($E_t = 0,44$ эВ)

[2] да йод билан легирланган ПТ нинг фотоўтказувчанлик кинетикаси текширилган. Бундай ПТ га ёруғлик туширилганда фототок ҳосил бўлиб 130-150 секундга етганда тўйиниш ҳолатига етган. Ёруғлик манбаи ўчирилганда фототок релакция қилиб қоронғудаги токнинг дастлабки қийматига етган. Бу ерда фотоўтказувчанликни узоқ вақтли релаксация кузатиш мумкин. Доимий ёруғлик тушиб турганда температуранинг ошиши билан фототок олдин ортади, кейин эса камаяди, яъни фотоўтказувчанликнинг температуравий сўниши кузатиш мумкин.

ПТнинг фотоўтказувчанлиги қўйилган механик кучланишга, ёритилганликка, ПТ сининг навига, унинг етилиш даражасига ва ўсишига ҳамда ривожланиш шароитига боғлиқ экан. Шундай қилиб, назорат қилинадиган легирлаш ва ПТларининг кутилаётган фотоўтказувчанлигини ҳамда фотосезгирлигида юқори самарадорликни бошқариш мумкин, бу эса ўз навбатида ўтказувчан ПТларидан оптоэлектрон қурилмаларда фойдаланишда ўта муҳим ҳисобланади.

Адабаётлар

1. А.Т.Мамадалимов, П.К.Хабибуллаев, М.Шерматов. Некоторые проблемы модификации физических свойств хлопковых волокон. УФЖ, 1999г. т.1. №6, стр.465-479.
2. Н.К.Хакимова. Свойства природных полупроводниковых волокон. Ташкент. “KALEON PRESS”, 2021 г., 112 с.
3. Б.Э.Тураев, Электрофизические свойства хлопковых волокон, легированных йодом. Автореферат диссерт. на соиск. уч. Ст. канд. ф.-м наук. 01.04.19-физика полимеров. Ташкент -2007. ИХФП АН РУз

CURRENT-VOLTAGE CHARACTERISTICS FEATURES OF HETEROSTRUCTURES $nGe-p(Ge_2)_{1-x-y}(GaAs)_x(ZnSe)_y$

A.Y. Boboev^{1,2}

¹Andijan State University, Andijan, Uzbekistan, 170100

²Research Institute of Semiconductor Physics and Microelectronics, Tashkent,
Uzbekistan, 100057

In this report results of experimental studies of continuous solid solution $nGe-p(Ge_2)_{1-x-y}(GaAs)_x(ZnSe)_y$ grown by liquid phase epitaxy using the technology described in [1] was given. As substrates were used monocrystalline Ge washer with diameter 20 mm, thickness - 350 microns and n-type conductivity. Growth of the epitaxial layer was carried out a limited amount of bismuth molten solution in an atmosphere of purified hydrogen palladium. Grown epitaxial layers were n-type conductivity with a thickness ~ 20 microns.

The type of $nGe-p(Ge_2)_{1-x-y}(GaAs)_x(ZnSe)_y$ heterostructure were made for research CVC. Current collector contacts with silver evaporated by the method vacuum

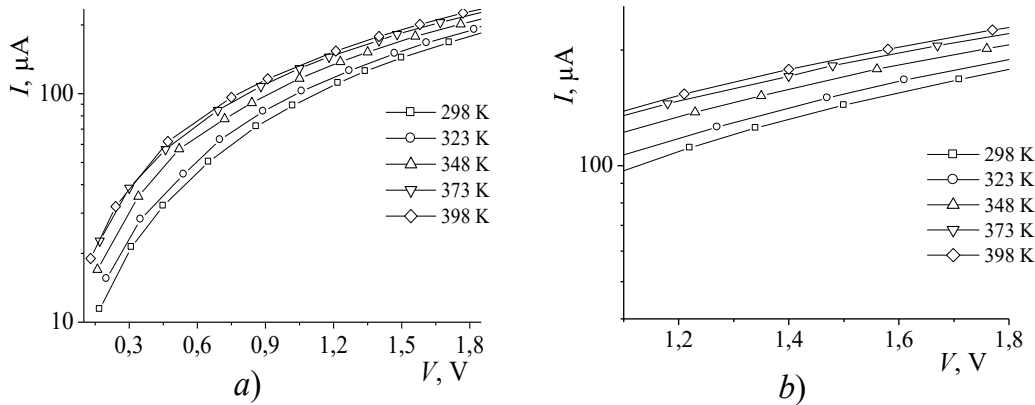


Fig.1. Voltage characteristics of $nGe-p(Ge_2)_{1-x-y}(GaAs)_x(ZnSe)_y$ structures in the forward direction in the semi-logarithmic scale at different temperatures (a) and sublinear plots (b).

evaporation. CVC in the forward direction, shown in fig.1 in a semi-logarithmic scale, were recorded at different temperatures.

The initial section of the CVC (fig.1a) for all temperatures can be described by an exponential dependence:

$$J = J_0 \exp\left(\frac{qV}{ckT}\right), \quad (1)$$

with exponent $c \approx 17,75$. This clearly shows that the structures have a sufficiently long base [2], i.e. $d/L_p > 1$, where d - length of the base, L_p - the diffusion length of minority carriers. At the same time on all CVC traced sublinear areas. These plots are shown separately for the investigated temperatures in fig.1, b. Clearly, these areas CVC can

be well described by the theory of the effect of the injection depletion, first theoretically predicted in [3]. According to the theory, this effect can be observed in opposite directions of ambipolar diffusion and drift of nonequilibrium carriers in not long diode structures under the condition $J_{ad} > 2$, the CVC is described by:

$$V \approx V_0 \cdot e^{J_{ad} a}, \quad (2)$$

where J - the current density, a - parameter. It is known that this type of CVC implemented in semiconductor structures containing high concentration of deep impurities in opposite directions conditions of ambipolar diffusion and drift, in which case the parameter " a " is described by the simple expression [4]:

$$a = \frac{1}{2qD_p N_t}, \quad (3)$$

depends only on the diffusion coefficient of the major carriers (i.e. their mobility - $D_p = \frac{kT}{q} \mu_p$) and the concentration of deep impurities N_t . For implementation of this regime, which was later called the effect of the injection depletion, must be met in terms of $J_{ad} > 2$. In our case, at room temperature $J_{ad} \approx 9.26$, that is, this requirement is satisfied.

Parameter " a " can easily be calculated from the relevant sections of sublinear CVC (fig.1(b)):

$$a = \frac{\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \cdot S}{(I_2 - I_1) \cdot d}, \quad (4)$$

where S - the cross sectional area, (I_1, V_1) , (I_2, V_2) – points, selected sites on the experimental curves of the injection depletion. As follows from the theory, the emergence of such CVC is possible only if the opposite directions of the ambipolar diffusion of nonequilibrium carriers and ambipolar drift, which in this case is determined by the modulation of the charge injection of deep impurities [5].

Since we have a set of different CVC corresponding to different temperatures, according to the formula (4) we can calculate the value of the parameters " a " at different temperatures, which are listed in Table 1.

Table 1. Values of parameter (a) and the diffusion coefficient of the majority carriers (D_p) depending on the temperature.

T, K	298	323	348	373	398
$a, (cm/A)$	$10,4 \cdot 10^5$	$10,16 \cdot 10^5$	$9,87 \cdot 10^5$	$9,34 \cdot 10^5$	$8,8 \cdot 10^5$
$D, (cm^2/s)$	9.9	10.1	10.37	11	12.8
$\mu_p (cm^2/V \cdot s)$	378	360	343,6	339	333
$\mu_n (cm^2/V \cdot s)$	4800	5544	6614	6852	8391

A value of " a " allows from the formula (3) determine the concentration of deep impurities, responsible for the appearance of a sublinear section (2), which at room temperature is $N = 3 \cdot 10^{11} cm^{-3}$. From table 1, it is seen that μ_p of main carrier in the solid solution $nGe-p(Ge_{2(1-x-y)}(GaAs)_x(ZnSe)_y)$ decreases and minority carrier μ_n increases with increasing the temperature. This apparently leads to the conclusion that

in this solid solution the prevailing role played the scattering mechanism of the mobility of carriers on deep impurity ions.

References

1. Saidov A.S, Razzakov A.Sh., Risaeva VA, Koschanov EA. Materials chemistry and physics. 2001, Vol. 68, p.1-6.
2. Stafeev V.I. JTPh. 1958. Vol.28, p.1631-1641.
3. A.Yu. Leiderman, P.M. Karageorgy-Alkalaev. Sol. St. Commun., 27, 339 (1976).
4. Sh.N. Usmanov, Sh Mirsagatov, AY Leiderman. FTS 44 (3), 330-334 (2010)
5. E.I.Adirovich, P.M.Karageorgy-Alkalaev, A.Yu.Leiderman. Double injection currents in semiconductors. (Moscow, Soviet Radio, 1978).

ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ МАТЕРИАЛЛАРДА ИККИ ЭЛЕКТРОНЛИ МАНФИЙ КОРРЕЛЯЦИОН ЭНЕРГИЯЛИ ЎТИШЛАР.

Б.Ж. Назаров, Э.Ю. Тураев

Термиз давлат университети, Ўзбекистон

Ярим ўтказгичларда аралашма атомлари хусусиятлари ҳақидаги тасаввур бир-бирига яқин умумий кўринишга эга бўлиб, аралашма атомлар кристалл панжара атомларининг ўрнига жойлашиб структурада уларнинг вазифасини бажарса, ярим ўтказгичнинг тақиқланган зонасида донор ёки акцептор сатҳ ҳосил бўлиб, Ферми сатҳи ҳолати ўзгарганда битта электрон берувчи (ёки қабул қилувчи) сатҳ бўлиб кўпинча адабиётларда бир электронли марказлар деб аталади.[1]

Шу билан бир қаторда кристалл панжара билан ўзаро таъсирлашишида баъзи аралашма атомлар иккита электрон берувчи (ёки қабул қилувчи) ҳисобланади. Бундай аралашма атомлар икки электронли марказлар деб аталади. Бу ҳолатда ярим ўтказгичнинг тақиқланган зонасида локаллашган ҳолатнинг иккита сатҳи ҳосил бўлиб уларнинг орасини бўлиб турувчи корреляция энергияси $U=E_2-E_1$ га тенг бўлиб, бунда E_1 ва E_2 - биринчи ва иккинчи аралашма марказлари ионизация энергияларидир [2].

Агар $U < 0$ бўлса, бундай энергетик сатҳлари мавжуд ҳолатларни «Манфий корреляцион энергияли икки электронли марказлар», ёки « U - марказлар» деб аталади.

Ушбу материалда **PbS** ва **PbTe** бирикмалари панжараларида **Sb** аралашма атомларининг ҳолатлари эмиссион Мессбауер спектроскопиясининг ^{119}Sb (^{119m}Sn) изотопи ёрдамида олинган спектрлари орқали изоҳланади. Ушбу спектр параметрлари аралашма **Sb** атомлари юқоридаги бирикмаларнинг электрон ёки тешикли ўтказувчанликга эга эканлигига қараб, электрон ўтказувчанликли бирикмада анион панжарада, тешикли ўтказувчанликли бирикмада эса катион решеткада бўлиши тажрибалар асосида аниқланди. Аралашма атомлар заряд ҳолати Ферми энергетик сатҳига боғлиқ бўлмаслиги аниқланди

Адабиётлар:

1. J. Hubbard. "Proc.Roy. Soc" A277,237, Edinburg. 1984.
2. Тураев Н.Ю., Тураев Э.Ю. Сереген П.П. "Узбекский физический журнал", №3. 42.1991.

EFFECT OF O_2^+ ION IMPLANTATION ON THE ELEMENTAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF THE Si(111) SURFACE

G.Kh. Allayarova, A.K. Tashatov, B. Xurramov

Karshi State University, Karshi, 180117 Uzbekistan

e^{*}-mail: allayarova5030@mail.ru

Single-crystal Si(111) was used as the object of study. The experiments were carried out in an ultrahigh vacuum ($P=10^{-7}$ Pa) device consisting of two chambers. In the first chamber, thermal annealing and Si ion bombardment were carried out, and in the second chamber, the composition, structure, and properties of the samples under study were studied using the methods[1]. The profiles of the distribution of atoms over the depth of the samples were studied by the OES method in combination with surface etching with Ar^+ ions. Prior to ion implantation, Si (111) samples were degassed at 1200 K for 4–5 hours and briefly heated to 1500 K in combination with soft etching of the surface with Ar^+ ions. Figure 1 shows the mass spectrum of negative ions for Si implanted with O_2^+ ions with $E_0 = 1$ keV at an irradiation dose $D = Dn = 6 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$ where Dn is the saturation dose. It can be seen that the spectrum contains intense peaks of SiO_2 , Si suboxides (SiO and Si_2O), and unbound Si and O atoms.[2]

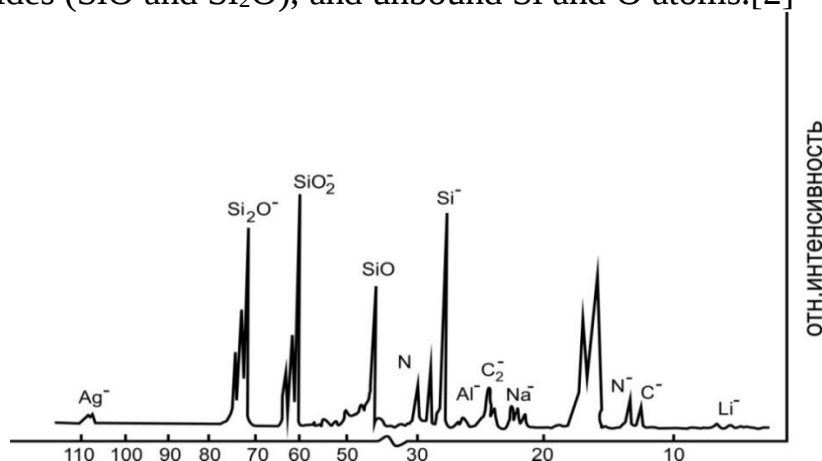


Fig. 1. Mass spectrum of Si implanted with O_2^+ ions with $E_0 = 1$ keV at $D = 6 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$, recorded during bombardment with Cs^+ ions with $E_0 = 6.7$ keV

Along with these peaks, low-intensity peaks of various impurity atoms are found, the total concentration of which does not exceed 0.1 at.%. The heating of this system leads to a change in the content of oxides, and at ≈ 900 K a SiO_2 nanofilm with a thickness of $\approx 25 - 30 \text{ \AA}$ is formed (Fig. 2). The value of the binding energy of the L_{23} core level of silicon is very sensitive to changes in the composition in the Si surface layer. The formation of new compounds or their decomposition leads to a change in

the shape and position of this peak. From fig. Figure 2 shows that when O_2^+ ions are implanted into Si with $E_0 = 1$ keV at a dose $D=D_H$ in the spectra of elastically reflected slow electrons (ERE), the intensity of the L_{23} peak of silicon decreases sharply, and new intense peaks appear with energies of 104, 105.5 and 107 eV (Fig. 2, curves 2).

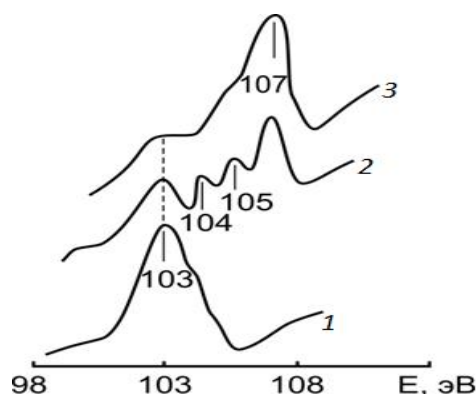


Fig.2. ROE spectra of $L_{23}VV$ Si: 1 - pure Si; 2 - Si, after implantation of O_2^+ ions with $E_0 = 1$ keV and $D = 6 \times 10^{16} \text{ cm}^{-2}$, 3 - after heating at 900 K for 30 min

The appearance of these peaks is explained by the presence of nonstoichiometric oxides SiO , Si_2O , and SiO_2 , respectively. After heating the ion-implanted sample at 900 K, the peaks with energies of 104 and 105.5 completely disappear, and the intensity of the peak with $E \approx 107$ eV increases sharply. Based on the analysis of Auger electron spectroscopy (AES) and secondary ion mass spectrometry (SIMS) data, we found that in this case a homogeneous SiO_2 film 25–30 Å thick is formed on the surface.

References

1. B. E. Umirzakov, D. A. Tashmukhamedova, M. K. Ruzibaeva, A. K. Tashatov, S. B. Donaev, and B. B. Mavlyanov, *Tech. Phys.* 58, 1383 (2013). <https://doi.org/10.1134/S1063784213090260>
2. Y. S. Ergashov, D. A. Tashmukhamedova, F. G. Djurabekova, and B. E. Umirzakov, *Bull. Russ. Acad. Sci.: Phys.* 80, 138 (2016). <https://doi.org/10.3103/S1062873816020064>

EFFECT OF IMPLANTATION OF Ba^+ IONS ON SINGLE-CRYSTAL MO AND MO WITH AN OXIDE FILM MOO_3

G. KH. Allayarova¹, B.E. Umirzakov², M.O. Jamuratova¹

¹Karshi State University, Karshi, 180117 Uzbekistan

e^{*}-mail: allayarova5030@mail.ru,

²Tashkent state Technical universite

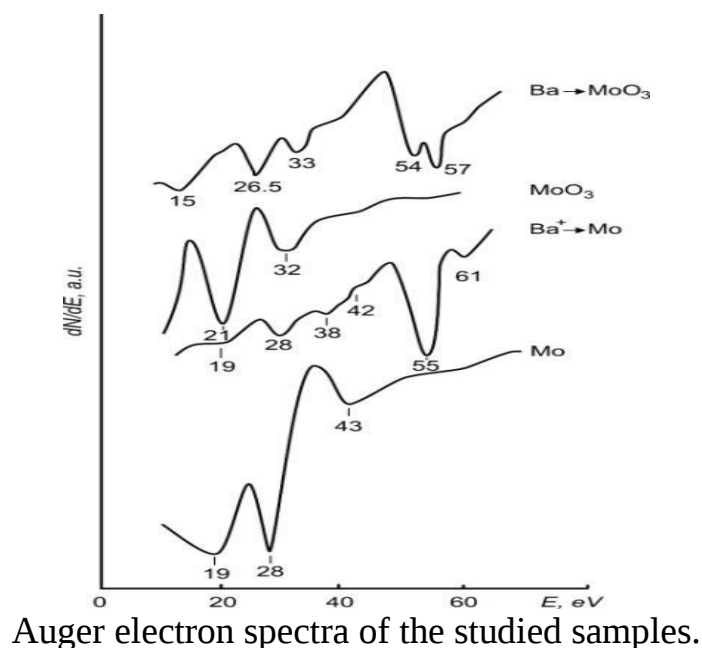
ftmet@ramler.ru

On fig. the initial segments of the Mo(111) and MoO_3 Auger spectra obtained after the implantation of Ba^+ ions with energy $E_0 = 1$ keV at saturation dose $D_{\text{sat.}} = 2 \cdot 10^{17} \text{ cm}^{-2}$ are shown[1]. Experimentally determined and calculated values of the energy of Auger electrons, as well as possible Auger transitions of electrons for Mo, MoO_3 and the resulting compounds are given in Table.

Auger Peak Energies and Types of Auger Transitions for Pure and Ion-Implanted Ba⁺ Mo(111) and MoO₃ Samples

Sample	$E_{\text{Auger}}, \text{eV}$		Auger transition type
	Experiment	Calculation	
Mo (111)	19	23	N ₁ N ₂ N ₅
	28	28	N ₃ N ₅ N ₅
	43	—	—
	94	100	M ₃ M ₄ N ₁
MoO ₃	21	21	N ₃ (Mo)L ₂₃ (O)L ₂₃ (O)
	32	31	N ₁ (Mo)L ₁ (O)L ₂₃ (O)
Ba ⁺ → Mo, $E_0 = 1 \text{ кэВ}$	19	19	N ₁ (Mo)N ₂ (Mo)N ₅ (Mo)
	28	28	N ₃ (Mo)V(Mo)N ₅ (Mo)
	38	39	N ₄ (Ba)O ₁ (Ba)O ₄ (Ba)
	46	49	N ₅ (Ba)O ₁ (Ba)P ₁ (Ba)
	55	53	N ₅ (Ba)O ₂ (Ba)O ₂ (Ba)
	61	57	N ₄₅ (Ba)O ₂₃ (Ba)O ₂₃ (Ba)
Ba ⁺ → MoO ₃ , $E_0 = 1 \text{ кэВ}$	15	13	N ₂₃ (Mo)O ₄ (Ba)L ₂₃ (O)
	26.5	—	N ₅ (Ba)O ₁ (Ba)L ₁ (O)
	33	31	N ₁ (Mo)L ₁ (O)L ₂₃ (O)
	54	55	N ₅ (Ba)O ₂ (Ba)L ₂₃ (O)
	57	58	N ₄ (Ba)O ₂ (Ba)L ₂₃ (O)

From fig. It can be seen from the table that the implantation of Ba⁺ ions into Mo leads to a sharp decrease in the intensity of the Mo peaks (some of them completely disappear) and the appearance of new peaks characteristic of Ba [2]. In the case of implantation of Ba⁺ ions into Mo (111), the surface concentration of Ba was 50 - 55 at.%, in the case of - MoO₃, the estimated concentration of Mo - O atoms was 25 - 30 at.%, and BaO oxide 35 - 40 at.%, Mo-Ba-O 35 - 40 at.%, and unbound Ba 4 atoms - 6 at.%.



However, in this case, the energy positions of the Mo peaks practically do not change; during ion bombardment (and subsequent annealing) no chemical compound is formed between the Ba and Mo atoms. These changes are associated with the formation of Mo–O, Mo–Ba–O, and Ba–O type compounds and the presence of unbound Ba atoms. The thickness of the ion-doped layer is 30-40 Å.

References

1. B. E. Umirzakov, , D G. Kh. Allayarova / ISSN 1063-7842, Technical Physics, 2020, Vol. 65, No. 5, pp. 795–798. © Pleiades Publishing, Ltd., 2020.
2. G. Kh. Allayarova, Zh. Sh. Sodikzhanov, Proceedings of the 49th International Tulinov Conference on Physics of the Interaction of Charged Particles with Crystals, May 29–31, 2019, p. 39

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ СЛОЕВ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$, $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$

А.Ш.Раззоков

Ургенческий Государственный Университет, г.Ургенч, ул.Х.Алимджана 14,
Узбекистан razzokov.a@bk.ru

В настоящее время, для создания полупроводниковых приборов, используют гетероструктуры на основе твердых растворов соединений класса C^{IV} и $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}$, $\text{A}^{\text{II}}\text{B}^{\text{VI}}$. Преимущество многокомпонентных твердых растворов состоит в возможности сохранения кристаллически совершенной структуры, при плавном и незначительном изменении вдоль направления роста периода кристаллической решетки a пленок и изменении ширины запрещенной зоны E_g [1].

При выращивании многокомпонентных твердых растворов из жидкой фазы наиболее существенный вклад в дефектообразование вносят следующие факторы: различие периодов решеток Δa и КТР $\Delta \alpha$, сопрягающихся на границе материалов, а также наследование дефектов подложки. На дефектах происходит рассеивание носителей заряда, что значительно ухудшает характеристики полупроводниковых приборов, изготовленных на их основе.

Нами были выращены эпитаксиальные пленки твердого раствора $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$, $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$, на подложках GaAs и Ge методом жидкофазной эпитаксии из ограниченного оловянного раствора-расплава при температурном интервале начала кристаллизации ($T_{\text{н.к.}}$): для $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ от $T_{\text{н.к.}}=600^\circ\text{C}$ до $T_{\text{н.к.}}=750^\circ\text{C}$ и для $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$: от $T_{\text{н.к.}}=650^\circ\text{C}$ до $T_{\text{н.к.}}=720^\circ\text{C}$ описанной по методике[2].

Полученные экспериментальные данные показали, что плотность дислокаций (N_D) выращенных полупроводниковых твердых растворов $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$, $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ зависит от всех технологических параметров: от температуры роста, скорости принудительного охлаждения, ориентации и чистоты подложек, типа растворителя. Поэтому эксперименты проводились в

разных $T_{НК}$, с целью уменьшить плотности дислокаций. С наименьшими плотностями дислокаций ($7 \cdot 10^3 \div 8 \cdot 10^4 \text{ см}^{-2}$), получен на границе подложки-пленки, при режиме $T_{НК} = 620^\circ\text{C}$ для $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$, $T_{НК} = 650^\circ\text{C}$ для $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ (Рис.1а,б).

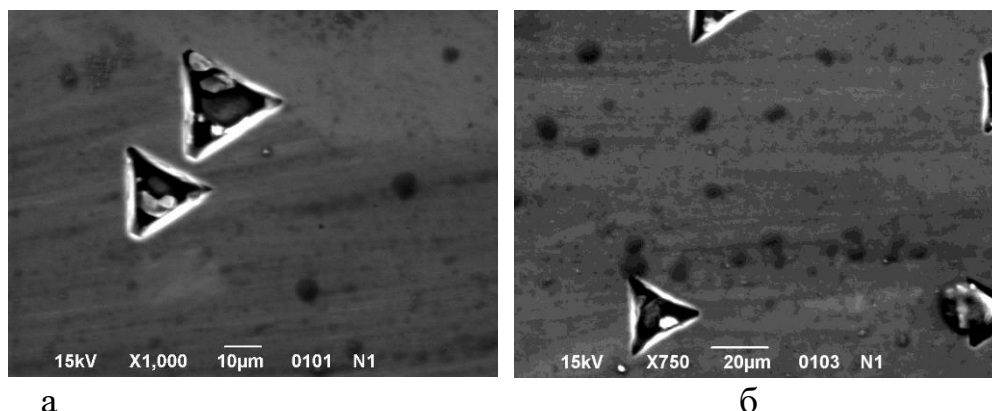


Рис.1а,б. Дислокации на выращенных эпитаксиальных слоях а- $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$, б- $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ (полученный с помощью сканирующего электронного микроскопа EVO MA 10 (Zeiss)).

Полученные экспериментальные данные можно применять при выращивании твёрдых растворов $(\text{Ge}_2)_{1-x}(\text{ZnSe})_x$, $(\text{GaAs})_{1-x}(\text{ZnSe})_x$ на подложке Ge, GaAs с наименьшими плотностями дислокациями с заданными электрофизическими параметрами при изготовлении приборов на их основе.

Литература

1. Д.Л.Алфимова, Л.С.Лунин, М.Л.Лунина, Д.А.Арустамян, А.Е.Казакова, С.Н.Чеботарев. Выращивание и свойства изопараметрических гетероструктур *InAlGaPAs / GaAs*. ФТП, 2017, том 51, вып.10, стр.1426-1433.
2. A. S. Saidov, A. Sh. Razzokov. Growth and Morphological Study of Graded- Gap $\text{Si-Si}_{1-x}\text{Ge}_x\text{-GaAs}$ Structures. Crystallography Reports, 2022, Vol. 67, No. 2, pp. 301–305. DOI: 10.1134/S1063774522020146 .

ТУННЕЛЬ ДИОДИДАГИ ДИФФУЗИОН СИҒИМНИ ТСУ-ЭСАКИ МОДЕЛИДА ҲАМДА НОТТ ВА ДЕ МАСС НАЗАРИЯСИДА ЎРГАНИШ

Г. Гулямов¹, Г.М. Дадамирзаев¹, М. К. Ўктамova²

Наманган муҳандислик - қурилиш институти¹, Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги Яримўтказгичлар физикаси ва микроэлектроника илмий-тадқиқот институти²

E-mail: dadamirzaev70@umail.uz, E-mail: umk9391@gmail.com

Туннель диодларини тавсифловчи параметрларни аниқлаш учун олимлар томонидан кўплаб эквивалент схемалар таклиф қилиб келинмоқда [1]. Бир қатор қўлланиладиган туннель диодидаги эквивалент схемалар учун вольт-ампер тавсифини аниқ шаклини ва дифференциал қаршилик- R ва сиғим- C ни кучланишга боғланишини билиш зарур. Туннель диодни эквипотенциал схемаси

бўлган аралаш кетма-кет ва параллел схема кўпинча ҳисоблашлар учун ноқулай. Туннель диодларининг вольт-ампер характеристикасини ўрганиш, туннель токининг катта бўлиши, туннель диодининг жуда юқори ҳароратларда ҳам ишлай олиш қобилияти, туннель диодининг ички структураларига боғлиқлиги яни гетроструктура усули билан турли кимёвий элементлар билан тайёрланиши, жуда муҳим экани ўрганиб келинмоқда.

Нотт ва Де Масс назарияси асосидаги туннель диод токининг умумий формуласи қуйидагича аниқланади [2]:

$$I = I_t + I_x + I_{\text{диф}} = I_p \left(\frac{V}{V_p} \right) \exp \left(1 - \frac{V}{V_p} \right) + I_V \exp(A_2 (V - V_V)) + I_0 \left(\exp \left(-\frac{qV}{kT} \right) - 1 \right) \quad (1)$$

бу ерда, I_V – туннель токининг энг қуйи нуқтасидаги қиймати, V_V – туннель токининг энг қуйи нуқтасидаги қиймати, V_p – туннель токининг энг юқори нуқтасидаги қиймати, $A_2 \approx 10$.

Маълумки, p-n ўтишли туннель диодида диффузион сиғим катталиги асосий бўлмаган заряд ташувчиларнинг яшаш вақтига пропорционал:

$$C = R^{-1} \cdot \frac{\tau}{2}, \quad \text{бунда } R = \left(\frac{dI}{dV} \right)^{-1} \quad (2)$$

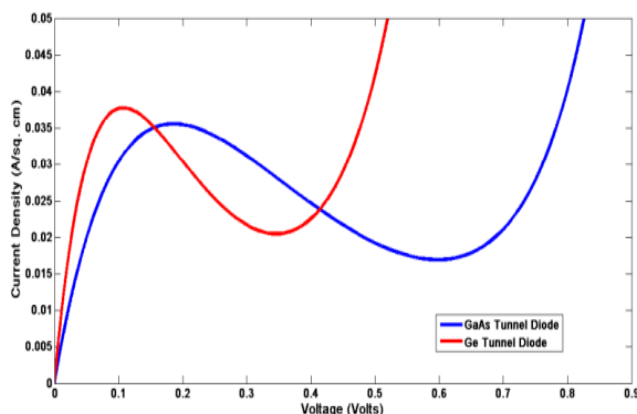
(2)- ва (1)- ифодалардан фойдаланган ҳолда туннель диодининг диффузион сиғими учун қуйидаги ифодани келтириб чиқарамиз:

$$C_1 = \frac{1}{I_p \left(1 - \frac{V}{V_p} \right) e^{1 - \frac{V}{V_p}} + A_2 I_V e^{A_2 (V - V_V)} - I_0 q e^{-\frac{qV}{kT}}} \cdot \frac{\tau}{2} \quad (3)$$

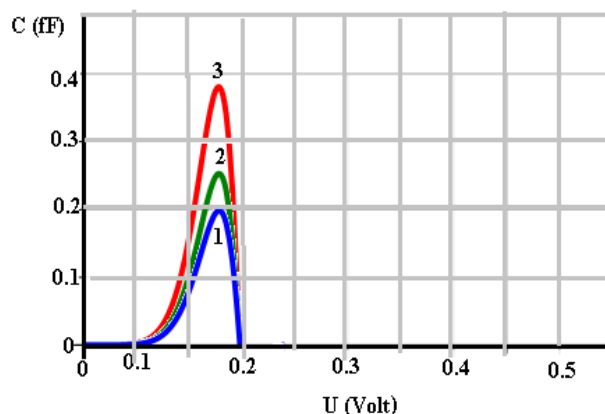
Тажриба асосида олинган 1-расмда келтирилган Ge асосли туннель диодининг вольт-ампер характеристикасини олишда қўлланилган параметрлардан (1-жадвал) фойдаланган ҳолда (3)-ифода ёрдамида Ge асосли туннель диодининг диффузион сиғимини кучланишга боғлиқлигини келтирамиз (2-расм).

Ge асосли туннель диодининг сифат фактори “ K_1 ”ни қуйидагича аниқланади:

$$K_1 = \frac{I_p}{C_1} \quad (4)$$



1-расм.Тажриба асосида олинган Ge ва GaAs асосли туннель диодининг вольт-ампер характеристикаси [3]



2-расм. Ge асосли туннель диод диффузион сиғимини кучланишга боғлиқлик графиги.

1. $T=300K$ 2. $T=350K$ 3. $T=400K$

Яримўтказгич	I_p (mA)	V_p (Volt)	I_V (mA)	V_V (Volt)	E_g (eV)	τ	φ (Volt)
Ge	0.0035	0.2	0.002	0.6	0.72		0.5

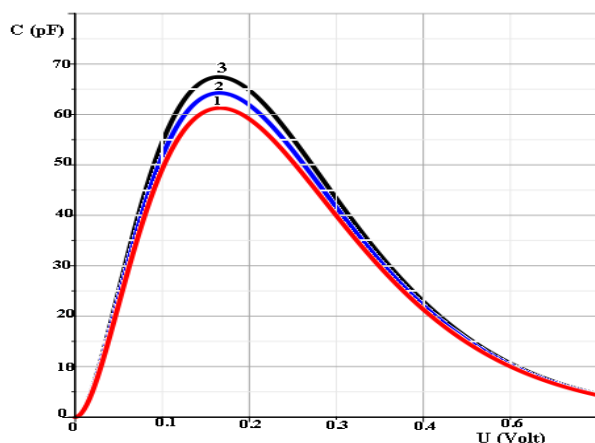
Юқорида келтирилган Нотт ва Де Масс учун ёзилган (1) ифодадаги $I_{\text{диф}}$ - диффузион ток ифодаси ўрнига ўта юқори частотали майдон таъсири остида қизиган электрон учун диффузион ток ифодасини [4] қўллаган ҳолда тўлиқ ток ифодасини келтирамиз:

$$I = I_p \cdot \left(\frac{V}{V_p} \right) \cdot \exp \left(1 - \left(\frac{V}{V_p} \right) \right) + I_V \cdot \exp(A_2 \cdot (V - V_V)) + \left(I_0 \cdot \left(\frac{T}{T_0} \right)^3 \right) \cdot \exp \left(\frac{E_g \cdot q}{k \cdot T_0} \left(1 - \frac{T_0}{T} \right) \right) \cdot \left(e^{\frac{q \cdot \varphi}{k \cdot T} - \frac{q \cdot (\varphi - V)}{k \cdot T_e}} - 1 \right) \quad (5)$$

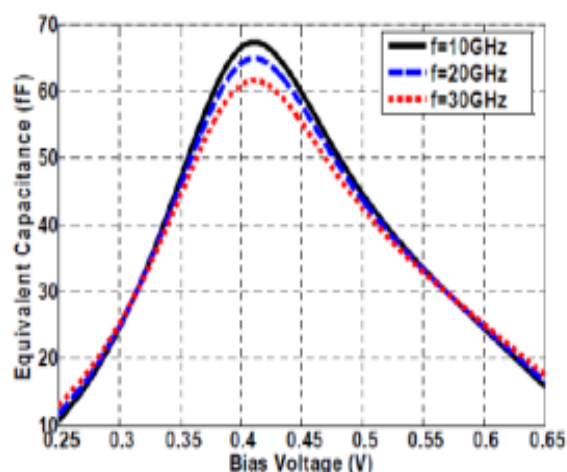
бу ерда, φ - потенциал тўсиқ баландлиги, E_g - тақиқланган зона кенглиги, T - панжаранинг ҳарорати, T_e - қизиган электрон ҳарорати, T_0 - панжаранинг бошланғич ҳарорати, I_0 - тўйиниш токи. (2) ва (5) ифодалардан фойдаланиб, туннел диодининг диффузион сиғими учун қуйидаги ифодани келтириб чиқарамиз:

$$C_2 = \frac{\tau}{2} \left(I_p \cdot e^{\frac{1-V}{V_p}} \cdot \frac{1}{V_p} - \frac{I_p \cdot V \cdot e^{\frac{1-V}{V_p}}}{V_p^2} + A_2 I_V e^{A_2(V-V_V)} + \frac{I_s \cdot e \cdot T^3 \cdot e^{\frac{E_g \cdot e \left(1 - \frac{T_0}{T} \right)}{k \cdot T_0}} \cdot e^{\frac{e \varphi}{kT} - \frac{e(\varphi - V)}{k \cdot T_e}}}{T_0^3 \cdot k \cdot T_e} \right)^{-1} \quad (7)$$

Туннель токининг I_p, V_p, I_V, V_V параметрларини [5] ишдаги тажриба графигидан (1-расм) фойдаланиб топамиз ва унинг қийматлари асосида (7) ифодадан фойдаланган ҳолда диффузион сиғимни кучланишга боғлиқлик графигини назарий томондан кўриб (4-расм), [6] ишдаги тажриба графиги (3-расм) билан солиштирилди. Бу ердан кўринадики, қизиган электронлар ҳисобига диффузион сиғимнинг кескин ортиши кузатилди. Бундан ташқари тажриба ва назарий келтирилган натижа графикларини сифат жиҳатдан мослигини кузатишимиз мумкин.



3-расм. Ge асосли туннель диоди учун диффузион сиғимни кучланишга боғлиқлик графиги.
1. $T_e=300\text{K}$ 2. $T_e=350\text{K}$ 3. $T_e=400\text{K}$



4-расм. Туннель диодидаги диффузион сиғимни кучланишга боғлиқ тажриба графиги [7].

Ge асосли туннель диодининг сифат фактори “ K_2 ”ни (7) ифода ёрдамида аниқласак бўлади:

$$K_2 = \frac{I_P}{C_2} \quad (8)$$

Хулоса

Нотт ва Де Масс назариясидан фарқли равишда **Тсу**-Эсаки модели бўйича исталган гетероўтишли ёки кучли легирланган яримўтказгичли туннель диодларида электронларнинг қизиган ва қизимаган ҳолатларидаги тўлиқ ток учун диффузион ток ҳамда **Тсу**-Эсаки модели асосидаги туннель тоқлар йиғиндисидан иборат бўлган назарий ифодаси келтириб чиқарилди. Ушбу тўлиқ туннель токдан фойдаланиб диоднинг диффузион сиғимини аниқладик. Бу ерда ҳам Нотт ва Де Масс назарияси каби қизиган электронлар ҳисобига диффузион сиғимнинг, электронларнинг қизимаган ҳолатига нисбатан кескин ортиши кузатилди. Диффузион сиғимнинг ортиши туннель диодида сифат факторининг ўзгаришига олиб келиши кузатилди.

Адабиётлар

1. Accurately Measuring Current–Voltage Characteristics of Tunnel Diodes. Mingqiang Bao, Member, Kang L. Wang, Fellow, IEEE. IEEE Transactions on Electron Devices, 2006.53(10).
2. Numerical Simulation Model of Multijunction Solar Cell . Muhammad Babar, Essam A. Al-Ammar , Nazar H. Malik. Journal of Energy Technologies and Policy. Vol.2, No.7, 2012.
3. G. Gulyamov, A.G. Gulyamov. On the tensosensitivity of a p-n junction under illumination. Semiconductors 49, 819–822(2015).
4. R. Dusch and K. Eber, “Physics and applications of Si/SiGe/Si resonant interband tunneling diodes,” Thin Solid Films, vol. 380, pp. 151–153, 2000

5. T.A.De Massa and D.P.Knott, Solid-St. Electron. 13,131(1970).
6. Комплексная полупроводниковая наука и техника. П.Бергер А.Рамеш. Elsevier.2011 год. ст.176-241.
7. Физика полупроводниковых приборов. А.И.Лебедев. Москва. 2008 год.ст.63-83

CoreAFM YORDAMIDA Ni/SiO₂/p-Si GIBRID STRUKTURASINING SIRTI MORFOLOGIYASINI O‘RGANISH

E.U. Arziqulov¹, A.D.Nurimov*¹, U.M.Nasimov¹

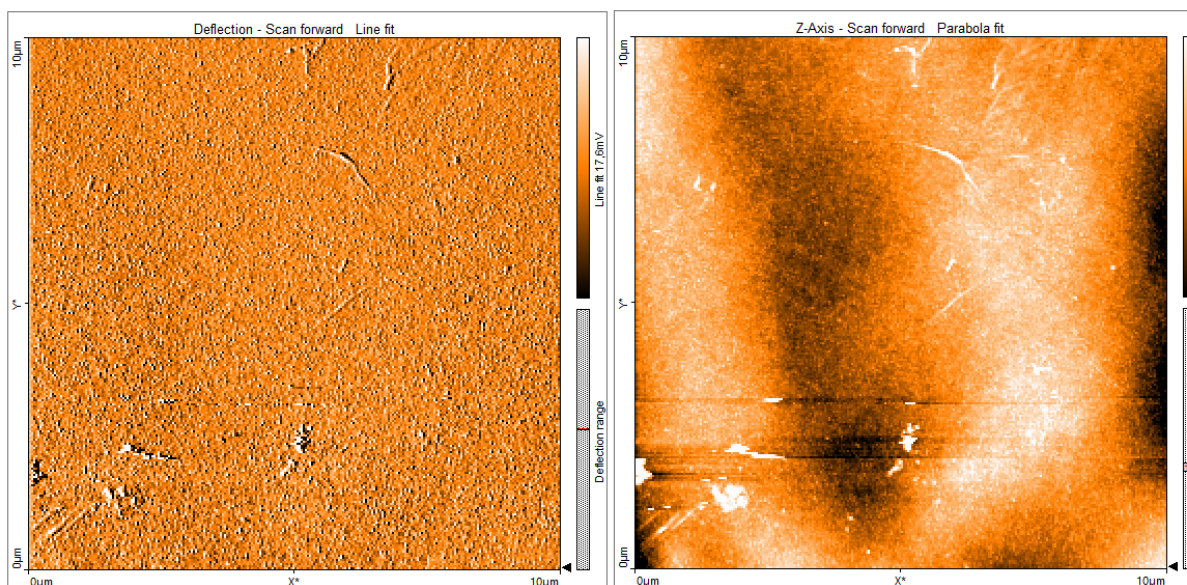
¹Samarqand davlat universiteti, Samarqand shahri, O‘zbekiston

[*a.d.nurimov@gmail.com](mailto:a.d.nurimov@gmail.com)

Atom kuch mikroskopi (AKM) sirt morfologiyasi va teksturasini o‘rganish uchun eng yaxshi va zamoniy qurilmadur. Nanometr o‘lchamdagi sirt topografiyasini bilish biologik jarayonlarning dinamikasi, tribologik xususiyatlari, mexanik ishlab chiqarish va asosiysi yupqa qatlamlar sirtini tadqiq etish imkonini beradi. Ushbu texnikaning ko‘p qirraliligi yupqa qatlam sirtining teksturasini (tuzilishini) va morfologiyasini boshqa mikroskopik metodlarga qaraganda puxta kuzatishga zamin yaratadi. Nominal sirtidan takrorlanuvchi yoki tasodifiy chetlanishlar sirtning sur‘atini shakllantiradi. Sirt teksturasi g‘adir-budurlik, to‘lqinlilik, moddalarning sirtga o‘tirishi (yotish) va sirt kovaklarini o‘z ichiga oladi. Talabga mos dasturiy ta‘minotni ishlatish orqali, yupqa qatlamlarning optik, mexanik, sirt, magnet va elektrik xossalariga ta‘sir qiladigan g‘adir-budurlik, g‘ovaklilik, o‘rtacha o‘lchamlar va zarralarning o‘lchamga mos taqsimlanishi kabi xususiyatlarini baholash mumkin. [1]

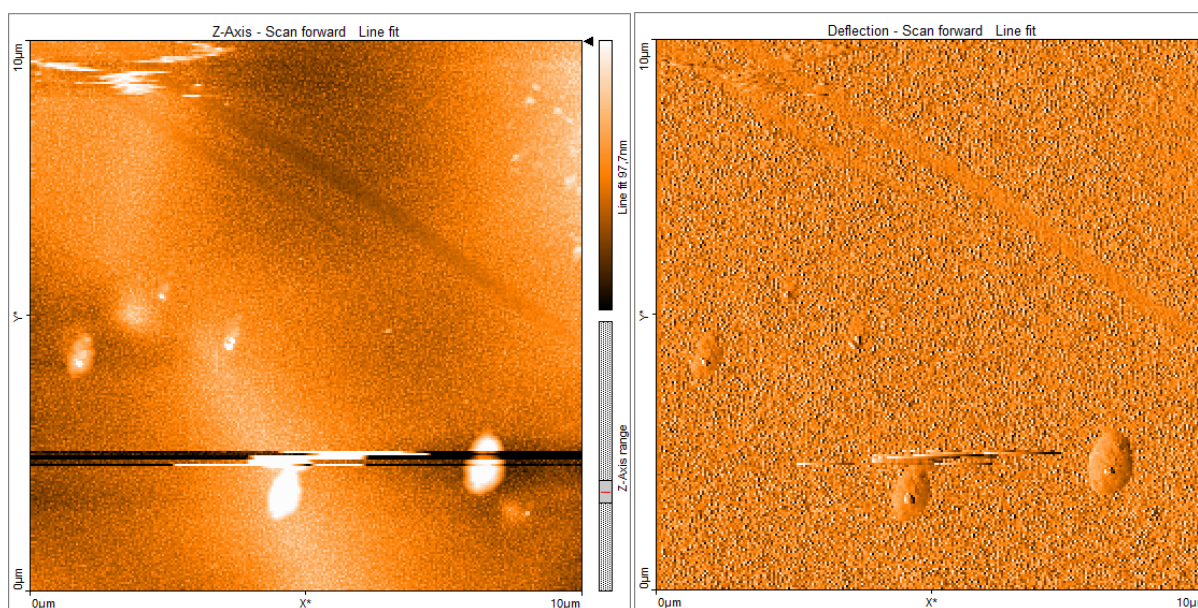
Gibrid nanostrukturalar spintronika rivoji uchun eng istiqbolli material sifatida qaralmoqda. Bu struktura yupqa yarimo‘tkazgich va magnit materialdan tashkil topishi mumkin. Bunday strukturalarni olish uchun juda ko‘plab usullar va qurilmalar yaratilgan. Hozirda esa allaqachon magnit qarshilik effekti yordamida magnit xotiralar, magnit kallaklar va sensorlar ishlab chiqarilmoqda. Nano o‘lchamli yupqa qatlamli gibrid strukturalardan sensorlar yasashda keng foydalanib kelinmoqda [2]. Yupqa qatlam sirtining g‘adir-budurligi (qo‘polligi) qurilmaning ishlashiga katta ko‘rsatishi ma‘lum. Gibrid strukturalarni hosil qilish uchun kremniy tagliklaridan foydalanilgan va ularning sirtini tozalashda kimyoviy usullarni qo‘llangan.

Gibrid strukturalarni olish uchun taglik sifatida bor bilan legirlangan, ya‘ni kovakli o‘tkazuvchanlikka ega (solishtirma qarshiligi $2 \Omega \cdot cm$) p-Si plastinkasi tanlangan. Dastlab taglik sirti kimyoviy yemirish yo‘li bilan 30 daqiqa davomida tozalangan (1-rasm).



1-rasm. Kimyoviy yemirish yo‘li bilan tozalangan p-Si taglikning AKM da olingan 2D tasviri.

So‘ngra, yuqori vakuumda ya’ni qoldiq gazlar bosimi $\sim 10^{-6}$ mm.sim.ust ga teng bo‘lgan sharoitda toza nikel elektron nurli bug‘latish yo‘li bilan taglikka o‘tqazildi. Bug‘latish jarayonida 19,7 mg toza nikel moddasi bug‘latilgan bo‘lib, anod kuchlanishi 2,5 kV, emissiya toki esa 8-10 mA ga teng bo‘ldi. Kremniy taglikda hosil qilingan nanoqatlamning adgeziyasini yaxshilash uchun nanoqatlamni past energiyali Ar^+ ionlar bilan bombardimon qilindi. Buning uchun Ar gazini ionlashtirib miltillama razryad hosil qilindi va uning yordamida hosil bo‘lgan nanoqatlam bombardimon qilindi. Bunda ionizatoridagi kuchlanish 0.7-0.8 kV, ion toki 10-15 mA ga teng bo‘ldi va bombardimon qilish davomiyligi 10 daqiqani tashkil etdi. Natijada Ni/SiO₂/p-Si gibrid nanostrukturasi adgeziyasi birmuncha yaxshilangan varianti hosil qilindi. Tayyor bo‘lgan gibrid strukturamiz yana AKM ning statik kuch maromida sirt tasvirlari olindi (2-rasm).



2-rasm. Ni/SiO₂/p-Si gibrid nanostrukturasi AKM statik kuch maromida olingan 2D tasviri.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, yupqa qatlam olinishidan avvalgi taglik sirtining tekislik darajasi hosil qilingan yupqa qatlamning sirt teksturasini belgilab beradi. Ammo shuni ta'kidlash joizki, kimyoviy yo'l bilan tozalangan taglik sirtida eng yuqori cho'qqilar balandligi 12.7 nm ekanligi 1-rasmdan ko'rish mumkin, Ni ning yupqa qatlami olingan keying tasvirda (2-rasm) esa bu qiymat 97.7 nm ga yetganini ko'rishimiz mumkin. Bunday sezilarli farqni biz vakuumning o'ta yuqori bo'lmagani va Ni moddasini bug'latish jarayoni o'ta tez bo'lganligi sabab deb taxmin qilishimiz mumkin.

Adabiyotlar

1. B. Rajesh Kumar, T. Subba Rao. AFM studies on surface morphology, topography and texture of nanostructured zinc aluminum oxide thin films. Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures Vol. 7, No. 4, October-December 2012, p. 1881-1889.
2. N.V. Volkov, A.S. Tarasov, E.V. Eremin, S.N. Varnakov, S.G. Ovchinnikov and S.M. Zharkov, Magnetic-field- and bias-sensitive conductivity of a hybrid Fe/SiO₂/p-Si structure in planar geometry. Journal of Applied Physics v. 109, 123924 (2011).

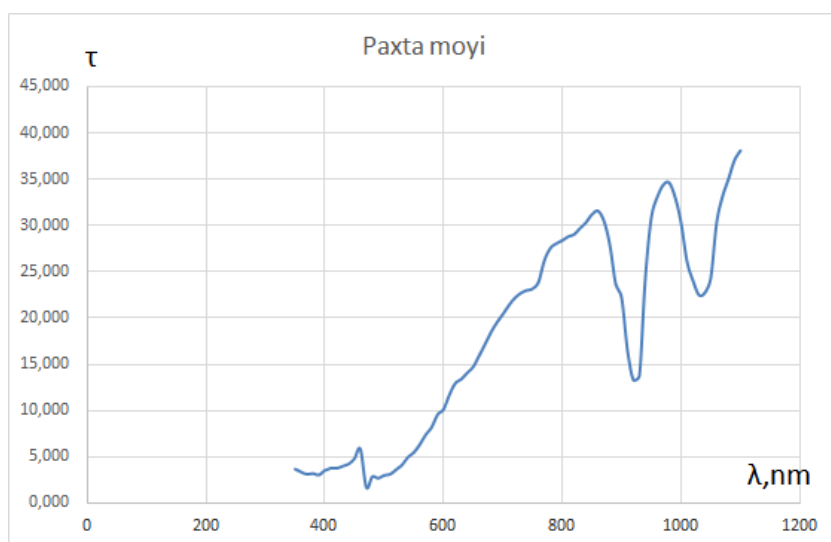
TURLI TO'LQIN UZUNLIKLARINI MOYLARDA YUTILISHI

Sh. Sh. Fayziyev, Sh.J Kamolova

Buxoro davlat universiteti. fayziyev_83@mail.ru

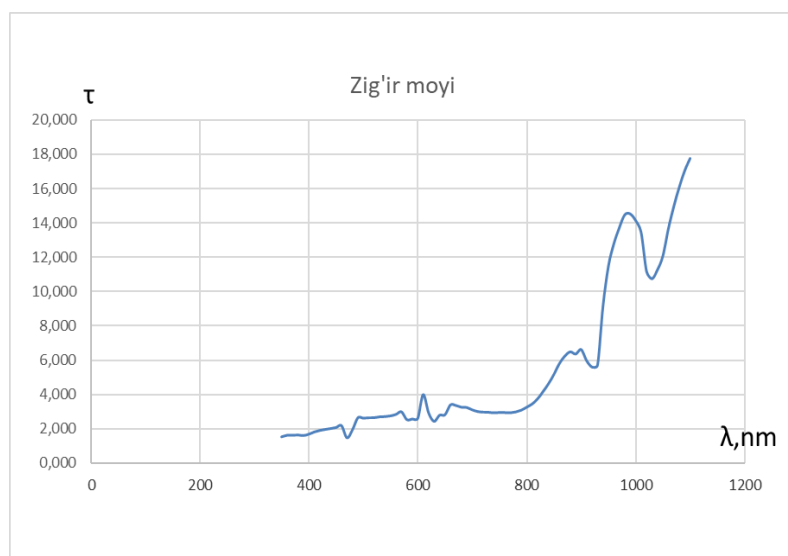
Laboratoriya sharoitida kondensirlangan muhitlarning yutilish spektrlarini qayd qilish uchun, odatda ishlab chiqarishda yo'lga qo'yishga spektrofotometrlar; bir nurlik CΦ-26; CΦ-46 hamda 2 nurlik; CΦ-10 turdagi spektrofotometr asboblari ishlatiladi. Bu barcha qurilmalar yorug'lik o'tkazish koeffitsienti va namunalarning optik zichligini keng to'lqin uzunliklar sohasida aniqlash imkonini beradi. CΦ-46 spektrofotometrning optik zichlikning to'lqin uzunlikka bog'liq munosabati solishtirish yo'li bilan olinadi. O'lchashlar nuqtaviy olinib ko'p vaqt talab etadi hamda xatolikni oshiradi. Shuning uchun uzluksiz qabul qilish sistemasidan foydalanish samarasini oshirish imkoniyatini beradi.

Tajriba natijalarini olishda takomillashtirilgan CΦ-46 spektrofotometr asbobini ishlatdim. Bu spektral qurilmada fotoelektron kuchaytirgich o'rtacha tokning stabilash prinsipi asosida ishlaydi. Qurilmada difraktsion monoxromatori qo'llaniladi. Bu esa keng spektral sohada yutilish spektrini oddiy talqinda yozish imkoniyatini beradi.



Paxta yog'i

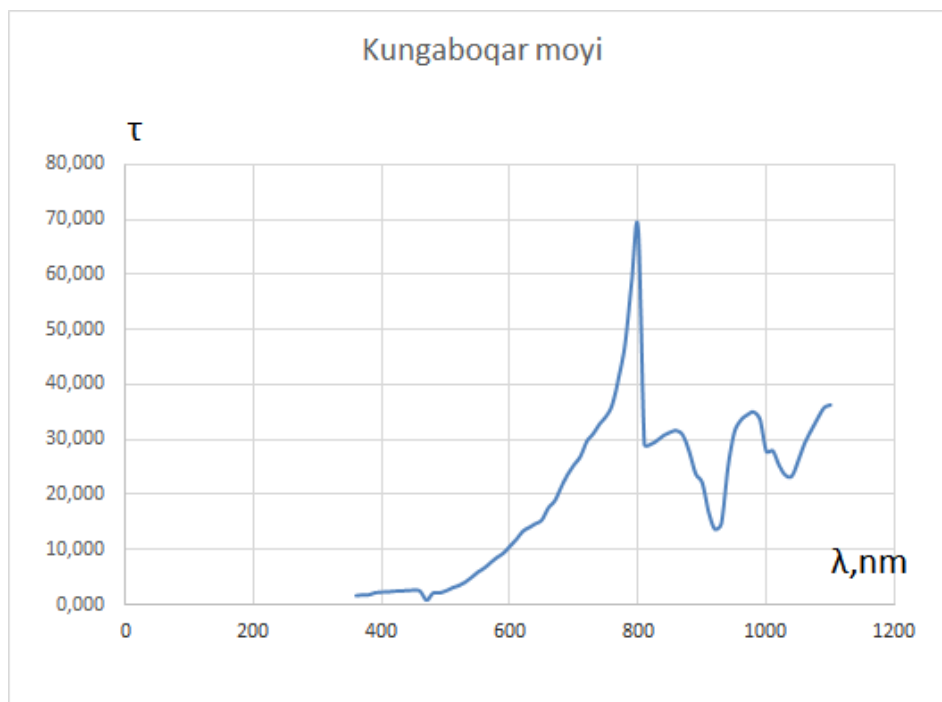
350 nm dan 430 nm gacha to'liqin uzunliklarida yutilish kuzatiladi.
 470 nm to'liqin uzunligida ham yutadi keyin o'tkazuvchanlik ortib boradi.
 840 nm dan 860 nm gacha to'liqin uzunliklarida ham yutilish kuzatiladi.
 1000 nm dan 1060 nm gacha to'liqin uzunliklarida ham yutilish kuzatiladi.



Zig'ir yog'i

440 nm dan 470 nm gacha to'liqin uzunliklari oralig'ida bitta yutilish kuzatiladi.
 580-600 nm to'liqin uzunliklari oralig'ida ham yutilish kuzatiladi.
 620-650 nm to'liqin uzunliklari oralig'ida ham bitta yutilish kuzatiladi.
 690-810 nm to'liqin uzunliklari oralig'ida ham yutilish kuzatiladi.
 900-940 oraliqda bitta yutilish bor.
 1020-1040 nm oraliqda bitta yutilish kuzatiladi.

CΦ -46 markali spektrofotometr asosan 190-1100 nm optik diapazonda suyuq qattiq va shaffof jismlarning yorug'lik o'tkazish koeffisientlarini aniqlash uchun mo'ljallangan fizik asbobdir. CΦ-46 spektrofotometri statsionar pribor bo'lib asosan binoda maxsus laboratoriya sharoitida ishlashi mumkin.



Kungaboqar moyi

470 nm to‘lqin uzunligida yutilish mavjud.

810-830 nm to‘lqin uzunliklari oralig‘ida bitta yutilish kuzatiladi.

870-950 nm to‘lqin uzunliklari oralig‘ida ham bitta yutilish kuzatiladi.

1020-1040 nm oraliqda ham yutilish kuzatiladi.

Tajribalar 360-1100nm to‘lqin uzunlik sohasida o‘rganildi.

Xotima

Oziq-ovqat yog‘lari uchun xarakterli bo‘lgan yutilish sohalaridagi kritik nuqtalar 470 nm va 920 nm oraliqdagi hamda 1030 nm to‘lqin uzunliklarni kuzatdim.

ТЕМИР БОРАТНИНГ КРИСТАЛЛИК ВА МАГНИТЛИ СТРУКТУРАСИ.

Файзиев Шахобиддин Шавкатович

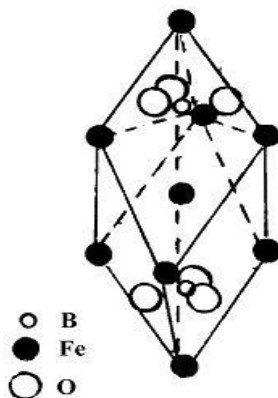
Бухоро давлат университети

fayziyev_83@mail.ru

FeBO_3 кристалли ромбоэдрик структурга эга, элементар ячейдада (уяда) жойлашган атомлар симметрияси $D_{3d}^6 (R\bar{3}c)$ [1] фазовий гуруҳ симметриясига мос келади (1-расмга қаранг). Ушбу кристаллнинг элементар ячейкаси симметрия марказига эга, битта учинчи тартибли вертикаль симметрия ўқи C_3 , учта иккинчи тартибли горизонталь ўқи C_2 ва учта перпендикулярларга вертикаль текислик симметрияси. Элементар ячейкада иккита формулли бирлик мавжуд, яъни элементар ячейкага тўртта Fe^{3+} иони тўғри келади. Fe^{3+} магнитоактив ионларлардан ташкил топган панжара, худди фазовий диагонали бўйлаб чўзилган оддий кубдек қаралиши мумкин. Темир боратининг кристаллик структураси асосий матрицали Fe^{3+} ионларни икки-, уч- ва тўрт валентли

металларнинг ионлари билан алмаштириш имкониятларини беради, бу эса унинг физикавий хоссаларини кенг чегараларда ўзгартириш имкониятини беради.

FeVO_3 нинг магнитли структураси магнитли [2,3] ва нейтронографик [4] тадқиқотларда олинган маълумотлар асосида аниқланган эди. Темир борати «енгил текислик» типдаги магнитли анизотропияга эга эканлиги (77 К ҳароратдаги анизотропия майдони $H_A \approx 3,1$ кЭ), Fe^{3+} ионларнинг йўналтирувчи магнит моментлари кристаллнинг бош симметрия ўқиға (C_3 гексагонал ўққа) перпендикуляр эканлиги қайд этилди. $T_N = 348$ К Неел ҳароратидан пастда темир ионларининг магнит моментлари антиферромагнитли тартиблашади ва бир бирига нисбатан кучсиз қиялашади, бу эса кучсиз ферромагнитик момент $\mathbf{m} = (\mathbf{M}_1 + \mathbf{M}_2)/2M_0 \neq 0$ нинг ҳосил бўлишига олиб келади, бу ерда M_0 – абсолют тўйинишдаги магнитланиш, $\mathbf{M}_1$, $\mathbf{M}_2$ – панжара ости магнит моментлари (таърифига асосан антиферромагнетизм вектори $\mathbf{l} = (\mathbf{M}_1 - \mathbf{M}_2)/2M_0$, $\mathbf{m} \perp \mathbf{l}$, $\mathbf{m} \ll \mathbf{l}$). ЯМР спектрларни ўлчашда олинган маълумотлар асосида магнитли панжара остининг қиялик бурчаги $\approx 55^\circ$ эканлиги аниқланди ва ҳароратга амалда боғлиқ эмас экан.



1-расм. Темир боратнинг кристалл структураси

Енгил текисликка ((111) текисликка) перпендикуляр қўйилган ташқи $H < H_A$, магнит майдони FeVO_3 нинг магнит ҳолатига таъсир этмайди. Шу пайтнинг ўзида енгил текисликдаги магнитланишнинг тўйинишига $H \sim 50$ Э майдонларда эришилади, бунда магнитланишнинг ташқи магнит майдонига боғланиши одатдаги қуйидаги кўринишга эга бўлади [1]:

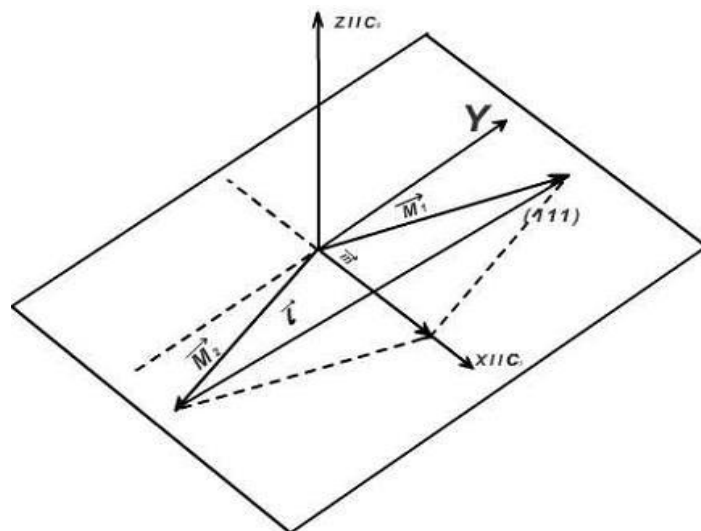
$$m = m_s + \chi H,$$

$$m_s = D/A, \quad \chi = 1/A,$$

бу ерда $\mathbf{m}_s$ – спонтан ферромагнит момент; χ – паражараёнлар билан шартланган магнит сингдирувчанлик; D ва A – мос равишдаги Дзюляшинский ва алмашинув доимийлари.

FeVO_3 кристаллида (111) текисликда унча катта бўлмаган магнитокристаллик анизотропия мавжуд. [1,2] ишларда келтирилган маълумотларга асосан $T=77$ К ҳароратда гексагонал магнитокристаллик анизотропия текислик ичидаги эффектив майдон $H_a \sim 1$ Э ни ташкил этади ва ҳарорат ошиши билан камаяди. Гексагонал магнитокристаллик анизотропиянинг мавжудлиги спонтан магнит моментининг йўналувчанлигини беради: $\mathbf{m}$

векторга C_2 нинг ўқларидан бири бўйлаб йўналиши энергетик афзалдир (яъни C_2 – энгил магнитланиш ўқи). M_1 ва M_2 панжара ости магнитланишларнинг, ҳамда m ва l – векторларнинг бир бирига нисбатан жойлашиши 2-расмда кўрсатилган.



2-расм.

Адабиётлар

1. Boidedaev S.R., Dzhuraev D.R., Sokolov B.Y., Faiziev S.S. Effect of the transformation of the magnetic structure of a $FeVO_3:Mg$ crystal on its magneto-optical anisotropy // Optics and Spectroscopy 107:4 (2009), pp. 651
2. Бойдедаев С.Р., Джураев Д.Р., Соколов Б.Ю., Файзиев Ш.Ш. Влияние перестройки магнитной структуры кристалла $FeVO_3:Mg$ на его магнитооптическую анизотропию // Оптика и спектроскопия 107:4, (2009), С. 687-690.
3. Shavkatovich S.F. Changes occurring in ferromagnets by adding some mixture // Scientific reports of Bukhara State University 4:1 (2020), pp 8-13.
4. Шарипов М.З., Соколов Б.Ю. Файзиев Ш.Ш. Влияние перестройки магнитной структуры кристалла $FeVO_3:Mg$ на его магнитооптическую анизотропию // Наука, техника и образование 4:10 (2015), С. 15-18

МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ В СОЕДИНЕНИЯХ $M_3Ln(VO_4)_2$ НА ПЕРЕМЕННОМ СИГНАЛЕ.

Ш.Б. Ибрагимов, Б.А. Бабажанов, Н.З. Номозова

Ташкентский государственный технический университет им. И.Каримова,

mr.bahromovich@inox.ru

В соединениях типа $M_3Ln(VO_4)_2$ при температурах ниже 550K проводимость осуществляется путем термически активированных перескоков «малых поляронов» обусловленных катионами V^{4+} , которые, как и в чистых ортованадатах редкоземельных элементов (РЗЭ), появляются вследствие дефектности кристаллической решетки. Одним из методов исследования

прыжкового механизма является изучение частотной зависимости электропроводности в широкой области температур. Как правило [1] полная электропроводность некристаллических материалов описывается следующим выражением:

$$\sigma = \sigma(o) + \sigma(\omega) \quad (1)$$

где $\sigma(o)$ - проводимость на постоянном сигнале; $\sigma(\omega)$ - проводимость, от частоты, которая может быть представлена в комплексной форме:

$$\sigma(\omega) = \sigma'(\omega) + j\sigma''(\omega)$$

где $\sigma'(\omega)$ - активная и $\sigma''(\omega)$ - реактивная составляющая проводимости.

Исследование частотной зависимости электропроводности поликристаллических образцов, типа $M_3Ln(VO_4)_2$ и $M_2MLn(VO_4)_2$, при различных температурах было установлено, что на этой зависимости наблюдаются два участка, разделяемых некоторой «граничной» частотой (ω_{gp}), т.е. до имеет довольно сильную температурную зависимость (от 10^{-10} до 10^{-6} Ом $^{-1}$ •см $^{-1}$) и слабую частотную, а после ω_{gp} сильную частотную зависимость, удовлетворяющую закономерности $\sigma = A\omega^S$, где A - параметр, определяющийся из условия, когда $S \rightarrow 0$, а S принимает значение от 0,8 до 0,95 в зависимости от вида щелочного металла входящего в состав соединения. Зависимость вида $\sigma = A\omega^S$, согласно [1], предполагает прыжковой механизм переноса носителей, который осуществляется путем перескока электрона через потенциальный барьер, разделяющий два возможных состояния. Если расстояние между этими состояниями r , а высота барьера W_m , то энергия активации такого перехода описывается уравнением $W_0 - W_m = I^2/\epsilon_0 r$, где W_m - энергия активации заряда из состояния D_1 в D_2 ; W_0 - энергия активации заряда в свободное состояние; ϵ_0 - диэлектрическая константа. Низм такого перескока можно представить следующим образом. Предполагается, что при наличии внутри потенциального барьера локализованной двух электронной волновой функции, перенос может осуществляться без туннелирования. Носитель инжектируется из начального состояния D_1 и D_2 , превращая его в D . При этом W_0 - энергия, необходимая для переноса двух электронов из изолированного состояния D в полосу проводимости. Энергия ΔW - разница между энергиями D центров, возникающая вследствие структурной неупорядоченности. Действительная часть уравнения (1) может быть представлена как [2]

$$\sigma(\omega) = \left(\frac{\pi^2}{24}\right)' N^2 k \left(\frac{e^2}{\epsilon_0 W_m}\right)^6 \frac{\omega^S}{\tau_0} \quad (2)$$

где $\beta = 2kT/W_m$ и $S = 1 - \beta$; N - концентрация локализованных состояний; τ_0 время релаксации фонона. Это выражение прогнозирует частотную зависимость ω^S . $S = 1 - \beta$ при низких температурах, когда параметр β мал. Как видно, S зависит от температуры. К тому же, β обратно пропорциональна величине W_m и, таким образом, незначительное отклонение значения β от единицы может служить для

определения значения W_m . Величина W_m почти не зависит от температуры. Отсутствие же температурной зависимости W_m на переменном сигнале подтверждает модель прыжкового механизма переноса [1,2]. Из уравнений (2) в соответствии с [1,2] можно вычислить плотность локализованных состояний, которая имеет вид:

$$N^2 = 24A \left[\frac{(E_0 W_m)^6}{\pi^2 k e^{12}} \right] \cdot \tau_0 \quad (3)$$

Из уравнения (3) были вычислены значения плотности состояний для соединений типа $M_3Ln(VO_4)_2$ и $M_2Ln(VO_4)_2$ с различными редкоземельными ионами. Согласно полученным результатам величина довольно слабо зависит от температуры, что находится в соответствии с теоретическим представлением соотношения (3) ($N=1,2-2,5 \cdot 10^{18} \text{см}^{-3}$). Полученные экспериментальные результаты дают нам основание считать, что механизм переноса носителей в соединениях $M_3Ln(VO_4)_2$ после ω_{ep} осуществляется согласно модели двухузельного перескока.

Таким образом, проводимость керамики на основе двойных и тройных ванадатов редкоземельных элементов на переменном сигнале хорошо описывается моделью прыжковой проводимости. Частотная зависимость электропроводности образцов наблюдается до температур 550-600К, а в области температур 600К проводимость не зависит от частоты. Для того чтобы понять природу прыжкового механизма, следует рассмотреть структуру $M_3Ln(VO_4)_2$. Структура соединений состоит из октаэдров с Ln и окруженных шестью тетраэдрами VO_4 . Не исключено, что метод «жесткого» керамического синтеза является фактором, ответственным за формирование не эталонных кристаллических решеток. Эта не эталонность связана с появлением кислородной вакансии в VO_4 , что приводит к появлению ванадия в четырехвалентном состоянии (V^{4+}), возникающих при технологии получения керамики [3]. Из этого вытекает, что прыжковый перенос обусловлен разновалентными ионами ванадия, присутствующих в равноценных кристаллографических узлах и в энергетически эквивалентных позициях. Исходя из этого, можно предложить схему прыжкового механизма как $V^{+4} + V^{+5} \rightarrow V^{+5} + V^{+4}$.

Литература

1. Гудаев О.А., Малиновский В.К. Прыжковый механизм переноса заряда в квазикристаллах бора и его соединений.- ФТТ, 2002, том 44, выпуск 5, с.805
2. Фисенко Е.Г., Филатов В.С. Кристаллохимия кислородосодержащих перовскитов. Ростов; Изд. Рост. Ун-та, 2005, с.63-108.
3. Денисова Л.Т., Карган Ю.Ф., Белоусова Н.В. Синтез и исследование высокотемпературной теплоемкости $PbLa_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ и $Pb_8Nd_2(GeO_4)_4(VO_4)_2$ со структурой апатита.- Изв. АН РФ, Неорган. материалы, 2018. Т. 54. №2, с. 177-180.

TURLI YUZA FAOL MODDALARDAN FOYDALANGAN HOLDA MAGNIT SUYUQLIKLARNING OLINISHI

O.I. Boliyev

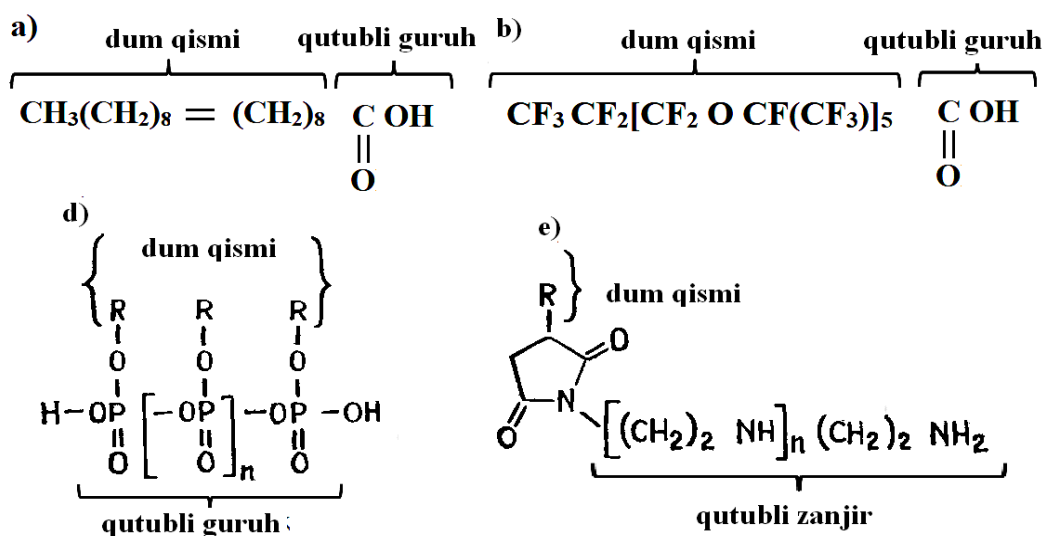
Samarqand davlat unversiteti

orifjonboliyev9595@gmail.com

Magnit suyuqlik deb kolloid eritmadagi kichik o'lchamli magnit moddalardan (asosan Fe_3O_4 yoki ferrit) tashkil topgan, vaqt o'tishi bilan cho'kmaydigan, turg'un suyuqlikga aytiladi. Magnit suyuqliklar tarkibida 3d-elementlari bo'lganligi sababli o'zida magnitga kuchli tortilish xususiyatini namoyan etadi. Zarralar o'lchami 5nm dan 10 μm gacha variyatsiyalanadi. Magnit suyuqliklarni olishda yuza faol moddalardan foydalaniladi. Yuza faol modda molekulalari magnit zarralarni bir-biridan izolyatsiyalanadi, katta o'lchamli zarra xosil bo'lishiga yo'l qo'ymaydi va cho'kmani oldini oladi. Magnit suyuqliklarni suyuq muhiti sifatida suv, kerosin, transformator moylarni, qovushqoqlik, zichlik, issiqlik o'tkazuvchanlik xossasiga qarab tanlanadi.

Molekulasida 18 ta uglerod atomi bo'lgan oleyin kislotasi, uglevodorod asosidagi magnetit zarralarining keng tarqalgan stabilizatoridir (1.a-rasm). Molekula dumining egilishi odatda to'qqizinchi uglerod atomining qo'sh bog'ida joylashgan qismida sodir bo'ladi. Stearin kislota molekulasi tarkibida ham 18 uglerod atomlari bor, ammo bog'larning to'yinganligi sababli kerakli effektni bermaydi.

Tuzilishi 1-b rasmda ko'rsatilgan ftorlangan poliyefir kislota molekulasi kislotali funksional guruhni o'z ichiga oladi. Ushbu kislota magnetit zarralarni ftorlangan efirlarda barqarorlashtirish uchun ishlatiladi. Bu molekulaning dum qismida, uchta faol uglerod atomidan iborat katta yon guruhlar mavjud bo'lib, ular sirt faol moddalarning polimerlanishiga to'sqinlik qiladi. 1.d-rasmda aromatik uglevodorodlar uchun sirt faol moddalar kimyoviy formulasi keltirilgan. Ushbu modda polifosfor kislotasining hosilasidir va uning har bir molekulasida bir nechta funksional guruhlar mavjud.



1-rasm. Magnit suyuqlik tayyorlashda foydalaniladigan dispergirlovchi modda molekulasi kimyoviy tuzilishi. a) oleyin kislota; b) ftorlangan poliyefir kislota; v) polifosfor kislota hosilasi; g) polimerli amin (PIBSA qo'shimchasi)

Olein kislotasiga qo'shimcha ravishda, uglevodorod asosidagi magnit suyuqliklarni barqarorlashtirish uchun, poliizobutil efir yantar kislotasi ham ishlatiladi. Suvga asoslangan magnit suyuqliklarni barqarorlashtirish alkiguanidin aminokompleksi yordamida amalga oshirilishi mumkin (1.e -rasm).

Adabiyotlar

1. Калаева С.З, Макаров В.М, Шипилин А.М. Способ получения магнитной жидкости из железосодержащих отходов производства // Известия высших учебных заведений. Серия «Химия и хим. Технология», Наука, 2002г.
2. S. Taketome, S. Tikadzumi magnitniy jidkosti. Moskva „Mir“ 1993
3. Вертман А.А. Смартин А.Н. «Измерение магнитной восприимчивости жидких металлов». // Завдск. лаб. 1978, с. 309-310.
4. Северцев Л.Г. Статья «Магнитные жидкости — яд для рака!». Журнал «Молекулярная медицина» № 3 2003 г

INGICHKA TOLALI PAXTANING XUSUSIYATLARI

S.U. Umarova¹, N.K. Hakimova²

¹Qarshi davlat universiteti

²Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti huzuridagi Yarimo'tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti

Hozirgi davrda organik yarimo'tkazgichlarni o'rganish jadal rivojlanib, organik displeylar, fotoelementlar va boshqa elekt-elementlar yaratilmoqda. Paxta va ipak tolalari dunyoda birinchi marta yarimo'tkazgich xossalarga ega ekanligi aniqlandi. Tekshirishlar shuni ko'rsatadiki paxta navlariga qarab uning xususiyatlari har xil bo'lar ekan. Tabiiy yarimo'tkazgich tolalarni keng miqyosda va kompleks tadqiq qilish yangi fizikaviy qonuniyatlarini namoyon qilish va ular asosida elektron texnikani butunlay yangi diskret elementlarini yaratish imkoniyatini beradi. Bugungi kunda dunyoda tabiiy yarimo'tkazgichlardagi fizik jarayonlarni tadqiq qilishga alohida e'tibor qilinmoqda.

Tabiiy tolalar tabiiy tarzda ma'lum maqsadni ko'zlab tabiat tomonidan ishlab chiqariladi. Asosan biologik funksional xossalarni namoyon qiladi. Shu bois tabiiy va sintetik tolalar taqqoslanganda, birinchi navbatda ulardagi o'xshashlik yuqori



1-рasm. 1 — поя; 2 — кўсак; 3 — шох; 4 — чанок.

gigiyenik tavsiflar, chidamlilik, elastiklik, bukish xossalari va shu kabilar bilan qiyosiy baholanadi.

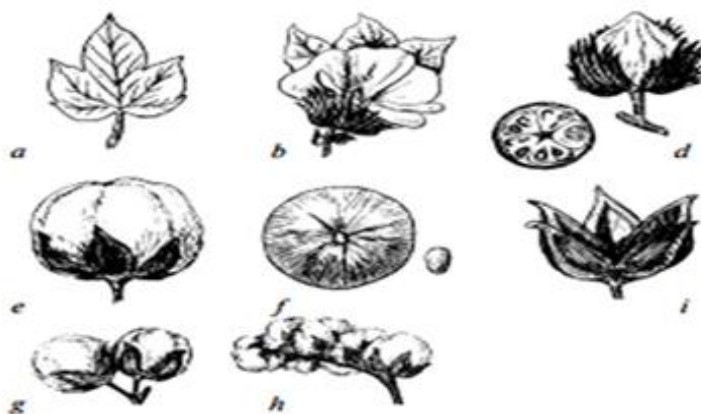
Paxta tolasi deb, g'oz o'simligi urug'ining (chigit) tukli qoplamidan ajratib olinadigan tolalarga aytiladi. G'oz bo'yi 120sm gacha boradigan bir yillik madaniy o'simlik. Ildiz sistemasi kuchli bo'lib, poyalari to'g'ri o'sadi va ko'p shoxlaydi.

Poya va shoxlari oddiy tukchalar bilan qoplangan, bir talay qora xollari bo'ladi. Barglari navbatma-navbat joylashgan, yirik, dumaloq yoki buyraksimon shaklda, yirik bandli. Gullari aksari och-sariq rangda bo'lib, diametri 7 sm gacha boradi, gul bandlari bor. Mevasi uch yoki besh pallali bo'lib, ochiladigan tuxumsimon yoki dumaloq ko'sak. Urug'lari qora- qo'ng'ir tusli chigitlardir, ular juda ko'p oq, ba'zan qaymoqrang tolalar bilan qoplangan. Tolasi (paxtasi)ning 95 % gacha qismi sellulozadan iborat, unda oqsil va qatron moddalar, qattiq yog'lar, erkin stearinlar bor. Terilgan paxtaning massa bo'yicha 35—40 % tola va taxminan 60—65 % chigit bo'ladi.

G'oz juda qadimdan madaniylashtirilgan o'simlik hisoblanadi. O'rta Osiyoning qadimiy shaharlari xarobalarini tekshirish davomida paxta tolasidan tayyorlangan mato qoldiqlari topilib, bu matoning yoshi to'rt ming yilga yaqinligi aniqlangan. G'ozning barcha turlari yagona botanik turga — malva oilasiga mansub *Gossypium* turiga kiradi. Tabiatan g'oz ko'p yillik o'simlik bo'lib, hayotining birinchi yilida hosil beradi. Texnik terminlarda chigitdan ajratilmagan tola — paxta xomashyosi deb, chigitdan ajratib olingan tola esa paxta tolasi deb yuritiladi.

Hozirgi paytga kelib g'ozning ko'plab navlari mavjud bo'lib, ulardan to'rttasi xo'jalik ahamiyatiga ega hisoblanadi. ya'ni:

- tukli;
- barbadoss;
- butasimon;
- daraxtsimon.



2-rasm. a-barg; b-gul; d-ko'sak; e,f,g,h-etilgan chanoqlar;
i-chanoqning o'zi.

O'zbekistonda paxtaning tukli va barbadoss turlari keng tarqalgan. Bularga ingichka tolali (barbadoss) va o'rta tolali (tukli) g'ozalar misol bo'la oladi. Bizda

butasimon va daraxtsimon g'ozalari faqatgina seleksion nav yaratishda qo'llanib kelinadi. Ingichka tolali (barbadoss) g'ozalari navi Misr, AQSH, Turkmaniston davlatlarida keng miqyosda yetishtiriladi. O'zbekiston hududida esa Surxondaryo va Qashqadaiyo viloyatlarida tarqalgan. Odatda g'ozaning bu turidan katta uzunlikdagi (35—50 mm), ingichka, pishiq va qaymoq rangli paxta tolasi olinadi. G'ozaning vegetatsiya davri (tezpisharligi) 140—170 kun, hosildorligi esa 20—30 s/ga dir. Barbadoss g'ozalari navi qadimda faqat Nil vodiysida o'sgan. O'zbekistonda bu g'ozalari turi 1930-yildan buyon ekib kelinmoqda. O'rta tolali g'ozaga nisbatan ingichka tolali g'ozaning hosildorligi bir qadar pastligiga qaramasdan undan eng qimmatbaho yuqori sifatli tola olinadi.

Ingichka tolali g'ozalari, uzun tolali g'ozalari — 37—42 mm va undan uzun tola beradigan g'ozalar. Ingichka tolali g'ozaga asosan *Gossypium barbadense* turiga mansub navlar kiradi. Jahonda paxta tolasi ishlab chiqarishda Ingichka tolali g'ozalar o'rta tolali g'ozalardan keyin ikkinchi o'rinda turadi. Ingichka tolali g'ozalari ko'p mamlakatlarda, jumladan, O'zbekiston, Tojikiston, Turkmaniston, Misr, Sudan, Peru, Shimoliy Braziliya, Nigeriya, AQSH da katta maydonlarga ekiladi.

Ingichka tolali g'ozalari navlari morfologik va xo'jalik belgilariga ko'ra, nihoyatda xilma-xildir. Ularda vegetatsiya davri 110-120 kundan 180-200 kunga va undan ham ko'proqqa cho'ziladi. Navlari orasida tupi shoxsiz tipdan ("nol tip") to keng tarvaqaylab o'sadigan shakllari bor. Poyasi mustahkam, tik o'sadi, bo'yi 60-130 sm, tuksiz, yashil, kuzga borib qizg'ish-jigarrang tusga kiradi. Barglari yirik, qalin, to'q yashil bo'lmalari uzunchoq uchburchakli bo'ladi. Gullari yirik, gulg'ullari limon rang, asosida tiniq to'q qizil dog'i bor. Ko'saklari maydaroq, ko'pchiligi cho'zinchoq tuxumsimon konus shaklida, uchi o'tmas yoki o'tkir, 3-5 chanoqli bo'ladi. Bir ko'sakdan 3-4,2, ba'zan 4,5-5 g paxta chiqadi. Chigitlari yirik, tuksiz, siyrak tukli yoki sertuk, tuki och yashil yoki kulrang. 1000 dona chigiti vazni 110-140 g. Tolasi yaltiroq, och sariq yoki oq. 28-36% tola chiqadi. Tolasidan (I, II, III tipli) yuqori sifatli, nafis gazlamalar, pishiq texnika buyumlari tayyorlanadi.

Tola quyidagi fizik-mexanik va texnologik (sellyuloza mikdori va tuzilishiga bog'liq holda) xossalarga ega: chiziqli zichlik, yetilganlik, tolaning uzilish kuchi va h. k. Hozir qabul qilingan standartga ko'ra tola yetilganligi hamda rangi va tashki ko'rinishga ko'ra 5 navga, tolaning shtapel massa-uzunligi yoki yuqori o'rta uzunligi bo'yicha 9 tipiga bo'linadi. G'ozaning uzun tolali navlaridan olinadigan tola 1a, 16, 1, 2, va 3 tiplarga, o'rta tolali navlaridan olinadigan 4-7 tipiga kiradi. Paxtaga dastlabki ishlov berish jarayonida tola mexanik shikastlanishi mumkin. Bundan tashkari, tolaning o'z nuqsonlari ham bo'ladi. Tolaning sifati, namligi, nuqsonlari va iflos aralashmalar mikdori tegishli standartlarga mos bo'lishi kerak.

O'zbekistonlik olim Vadim Shevchenko o'ta ingichka bazalt tolasini olish usulini ixtiro qildi. Mazkur ixtiro mineral tolalar olish texnologiyasi, xususan, issiqlik o'tkazuvchanligi past, tovush izolyasiyasi yuqori bo'lgan bazalt tolasini olish usuliga tegishli. Uning vazifasi fizik-mexanik xususiyatlari yaxshilangan o'ta ingichka bazalt tolasini olish usulini yaratishdan iborat. O'ta ingichka bazalt tolasi issiqlik o'tkazmaslik va yong'inga bardoshligi sababli turar-joy binolari va sanoat inshootlari

va boshqa binolarda keng qo'llaniladi. Xususan, xo'jalik gaz va elektr plitalari, sanoat va xo'jalik muzlatkichlarida ishlatiladi.

Shunday qilib, ingichka tolali paxta navlari ekstremal ob-havo sharoiti, suvsizlik, garmsel va zararkunda hasharotlarga chidamliligi bilan ajralib turadi. Qolaversa, ertapisharligi bilan mirishkorlarga ma'qul. Tolasining uzunligi, pishiqligi, tekstilbopligi esa jahon bozorida xaridorgirligini yanada oshirmoqda. Eng muhimi, boshqa navlarga nisbatan iqtisodiy samaradorligi 60 foiz yuqori.

Adabiyotlar

1. A.T.Мамадалимов, П.К.Хабибуллаев, М.Шерматов. Некоторые проблемы модификации физических свойств хлопковых волокон. УФЖ, 1999г. т.1. №6, стр.465-479.
2. Н.К.Хакимова. Свойства природных полупроводниковых волокон. Ташкент. "KALEON PRESS", 2021 г., 112 с.
3. Avtonomov A. A., Seleksiya tonkovoloknistix sortov xlopchatnika v O'zbekistane, T., 1973
4. Канаши М., Мирхўжаев М., Пахта толаси, 1976 й.
5. М. Алиев, А. Бекмухамедов. Хлопок и его продукция. Ташкент, «Укитувчи» 1991, 336 стр.

KONDENSIRLANGAN MUHITLAR XOSSALARI

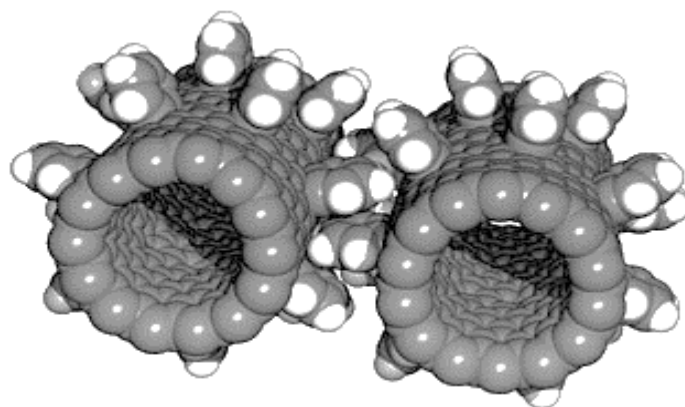
J.N. Xo'jamberdiyeva, I.O. Haqberdiyeva, F.O. Haqberdiyeva
Qarshi davlat universiteti

Kondensatsiyalangan muxit fizikasi fizikaning kondensatsiyalangan holatdagi moddalar tuzilishini va xossalarini o'rganadigan bo'limidir. Yerning shakllanishi va hayotning paydo bo'lishining barcha jarayonlari materiyaning kondensatsiyalangan holatga o'tishi bilan bog'liq. Shuning uchun materiyaning Yerda mavjud bo'lishining eng keng tarqalgan shakli materiyaning kondensatsiyalangan holatidir. Kondensatsiyalangan holatdagi moddalarga qattiq moddalar, suyuqliklar, suyuq kristallar, polimerlar, biologik tuzilmalar va tirik moddalar kiradi. Inson faoliyatining deyarli barcha sohalari (qattiq jism fizikasi, atom va yadro fizikasi, biofizika, geofizika, metallurgiya, tibbiyot va boshqalar) kondensatsiyalangan holatdagi moddalarni o'rganish bilan bevosita bog'liq. Hozirgi kunda bu sohalarning barchasida kondensatsiyalangan moddalar fizikasida ishlab chiqarilgan usullar va tushunchalardan keng foydalanilmoqda [1].

Elementar zarralar korpuskulyar-to'liqinli tabiatga ega bo'lgani uchun ular hosil qilgan modda ham uzluksiz va diskret tabiatga egadir. Modda holatining eng oddiy shakli kristal holatdir. Kristal holatda modda atomlari qat'iy tartibda va termodinamik muvozanatda bo'ladi, chunki temperaturaning davriyligi energiya saqlanishini ta'minlaydi. Tizimlarning asosiy termodinamik holati mutloq nol haroratdagi holat $T=0K$ ga mos keladi. Biroq, bu holat tizimning mutloq tinch holati deyolmaymiz.

Mutloq nol haroratda $T=0K$, kristall panjaraning tugunlarida atomlarning harakati, issiqlik energiyasini olmaydigan atomlarning nol tebranishlari deb ataladi. Deyarli barcha qattiq jismlarda nol nuqtali tebranish amplitudasi atomlararo masofalarga qaraganda ancha kichikdir, garchi u o'lchami jixatidan xona haroratidagi atomlarning tebranish amplitudasi bilan taqqoslansa ham. Tabiatda faqat bitta modda- suyuq geliy mavjud bo'lib, unda nol tebranishlar amplitudasi atomlararo masofalar bilan taqqoslanadi. Natijada suyuq geliy mutloq nol haroratgacha suyuq holatda qoladi, ya'ni u sof kvantli suyuqlikdir [2].

Hozirgi vaqtda ko'plab kristall tuzilmalar sun'iy ravishda yaratilgan. "Chizmalar" bo'yicha qurilgan kristallar oldindan belgilangan xususiyatlarga ega. Bunday kristallarga fotonik kristali kiradi.



Fotonik kristall sinish indeksining davriy o'zgarishi bilan tavsiflangan tuzilishga ega bo'lgan materialdir. Fotonik kristall tuzilish davriyligi bilan taqqoslanadigan, yorug'lik o'tkazmaydigan va bir qator xususiyatlarga ega. Qizig'i shundaki, kristall holatdagi moddalar kam uchraydigan gaz zichligiga ega bo'lishi mumkin. Shubhasiz, buning uchun uning atomlaridagi katta o'lchamlarga ega bo'lishi kerak. Atom hajmini oshirish uchun uni qo'zg'atilgan holatga o'tkazish kerak, bunda elektronlar n bosh kvant sonining katta qiymatlariga mos keladigan orbitalarda bo'ladi.

Kondensatsiyalangan moddalar fizikasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar yarimo'tkazgichli tranzistorlar, lazer texnologiyasi va nanotexnologiyalar va boshqa bir qancha sohalarida qulayliklari olib keldi. Kondensatsiyalangan modda fizikasi biofizikada, masalan, tibbiy diagnostikada keng qo'llaniladigan magnit-rezonans tomografiyasining eksperimental usuli kabi sohalarida ham muhim o'rinnarga ega [3].

Adabiyotlar

1. Андерсон, Филип В. "Основные понятия физики конденсированного состояния" CRC Press. ISBN. 2018.
2. B.M. Gupta, S.M.Dhawan "Condensed matter physics" 1993-2001
3. Internet saytlari: www.ewikiru.top, physics@colorado.edu

МИКРОЭЛЕКТРОНИКА ВА НАНОЭЛЕКТРОНИКА МАТЕРИАЛЛАРИ; НАНОФОТОНИКА

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛЯРИЗАЦИИ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛМАЗНОГО CVD- ДЕТЕКТОРА

**К.Н. Зяблюк², В.А. Колюбин², А.А. Алтухов¹, С.А. Афанасьев¹,
В.Н. Пашенцев^{2,3}, Е.М. Тюрин³**

¹ «МИРЭА - Российский технологический университет»; Россия, 119454,
Москва, проспект Вернадского, д.78

² «Производственно-Технологический Центр «УралАлмазИнвест»; Россия,
121108, Москва, ул. Ивана Франко, д.4; uai-co@yandex.ru

³ Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ», Россия,
115409, Москва, Каширское ш., 31

Аннотация

Исследуется процесс поляризации детектора ионизирующих излучений на основе монокристаллического CVD алмаза при воздействии больших доз α -излучения с энергией 5.5 МэВ в диапазоне напряжений смещения от 0.4 до 1 В/мкм. Поляризацией является накопление объемного заряда в кристалле алмаза, приводящее к уменьшению эффективности сбора заряда и амплитуды выходного сигнала детектора. При положительном напряжении смещения (дырочный дрейф) доза облучения, приводящая к 50% снижению эффективности сбора заряда в области α -пика меняется в диапазоне от 1.7×10^4 $\alpha/\text{мм}^2$ при смещении 0.4 В/мкм до 1.2×10^6 $\alpha/\text{мм}^2$ при 1 В/мкм. При отрицательном напряжении смещения (электронный дрейф) поляризация детектора не наблюдается. Для сравнения приводятся результаты работы поликристаллического CVD алмаза в аналогичных условиях.

Введение

Уникальные свойства монокристаллического алмаза делают его перспективным материалом для изготовления детекторов ионизирующих излучений [1]. Благодаря высокому напряжению пробоя и большой ширине запрещенной зоны алмазные детекторы обладают низким уровнем шума по сравнению с кремниевыми. Высокая подвижность носителей заряда и большая скорость насыщения при больших напряжениях смещения позволяют изготавливать алмазные детекторы с высоким быстродействием. Большая энергия смещения атома кристаллической решетки алмаза придает ему высокую радиационную стойкость. Данные свойства позволяют использовать алмазные детекторы в условиях интенсивных радиационных полей, при повышенных

температурах и в условиях агрессивных сред. В частности, алмазные детекторы используются на ускорителях частиц для контроля отклонения пучка [2,3]. Исследуются возможность применения алмазных детекторов для контроля потока быстрых и медленных нейтронов на экспериментальных реакторах термоядерного синтеза [4].

Для работы детектора алмаз должен иметь низкое содержание примесей и дефектов, препятствующих движению носителей заряда, образующихся при попадании заряженных частиц в кристалл. В настоящее время для изготовления детекторов практически целиком используются синтетические алмазы, получаемый методом газофазного осаждения (CVD) [5]. Монокристаллические алмазные пластины, пригодные для изготовления детекторов, предлагаются на коммерческой основе [6]. Согласно заявлению производителя и независимым измерениям [1,7] при толщине 0.5 мм они имеют эффективность сбора заряда не менее 95% и разрешение по энергии на уровне 0.3–0.4%. Поликристаллические алмазные пластины имеют меньшую стоимость и доступны в больших размерах. Однако эффективность сбора заряда в поликристаллических алмазных детекторах как правило не превышает 30%, что ограничивает область их применения. Другим недостатком поликристаллических детекторов является их способность к поляризации [8,9].

В недавних работах [10—12] явление поляризации наблюдалось и для монокристаллических алмазных детекторов в результате длительного воздействия α -излучения от радиоактивных источников ^{241}Am или ^{238}Pu . В обоих случаях α -частицы с энергией около 5.5 МэВ поглощаются в приповерхностном слое толщиной 13.5 мкм, далее происходит дрейф электронов или дырок через объем кристалла, в зависимости от полярности приложенного напряжения смещения. В указанных работах наблюдалась поляризация CVD-детекторов в режиме дырочного дрейфа, в режиме электронного дрейфа характеристики работы детекторов не менялись. При этом видно существенное расхождение в скорости поляризации детекторов в работах [11] и [12] в режиме дырочного дрейфа. Если в [11] наблюдалось 2-кратное падение скорости счета в пике при дозах около $10^4 \alpha/\text{мм}^2$, то в [12] дозы существенно выше (эффективность сбора заряда в зависимости от дозы не указана, но полная доза на протяжении измерений составила около $5 \times 10^5 \alpha/\text{мм}^2$).

Скорость поляризации является важной характеристикой детектора, которую необходимо учитывать при разработке приборов регистрации на основе алмазных детекторов для работы в условиях высокой интенсивности облучения. Зная закономерность образования поляризационного заряда, можно рассчитать оптимальные промежутки времени, через которые необходимо проводить процедуру деполяризации детектора путем выключения напряжения смещения или перемены полярности. С этой целью в представленной работе производится исследование процесса поляризации алмазного CVD детектора в процессе длительного облучения α -источником ^{238}Pu с интенсивностью около $100 \alpha/(\text{с мм}^2)$ вплоть до доз $7 \times 10^6 \alpha/\text{мм}^2$ при различных напряжениях смещения. Для

сравнения приводятся результаты измерения скорости поляризации поликристаллического CVD детектора.

Постановка эксперимента

Для измерений использовалась монокристаллическая CVD-алмазная пластина производства «Element Six» [6] размером $3.5 \times 3.5 \text{ мм}^2$ толщиной 0.5 мм электронного качества (detector grade). Согласно спецификации производителя содержание азота и бора в кристалле менее 5 ppb и 1 ppb соответственно. С обеих сторон пластины были нанесены алюминиевые контакты толщиной около 100 нм через маску размером $2.5 \times 2.5 \text{ мм}^2$ методом магнетронного распыления в среде аргона при давлении 10 мТорр. Для измерения α -спектра к обеим контактам были подведены проводники, идущие к усилителю и многоканальному анализатору SBS-77 производства «Грин Стар» со встроенным источником напряжения смещения с разрешением по времени 2 мкс. Сверху кристалла была закреплена диафрагма с окном $2.5 \times 2.5 \text{ мм}^2$, препятствующая попаданию α -частиц на края кристалла. Кристалл располагался в экранирующем алюминиевом корпусе.

Для измерения процесса длительного воздействия α -частиц в режиме дырочного дрейфа на верхний контакт подавалось напряжение смещения +500 В. Сверху диафрагмы помещался α -радиоактивный источник ^{238}Pu , зазор между источником и верхним контактом кристалла не превышал 0.5 мм. Спектр сигналов от α -частиц накапливался и регистрировался каждые 10 мин, измерения проводились в течение 20 часов.

Далее производилась деполяризация кристалла. С этой целью выключалось напряжение смещения, кристалл оставался под излучением источника в течение 30 мин. Затем на кристалл подавалось напряжение смещения -500 В и производилась регистрация спектров каждые 10 мин в течение 20 часов в режиме электронного дрейфа.

Аналогичным образом записывались спектры при напряжениях смещения +400, -400, +300, -300, +200, -200 В. После каждого измерения производилась деполяризация, как описано выше. На рис. 1 показаны α -спектры для монокристаллического CVD.

Для сравнения были получены α -спектры с детектора, изготовленного на пластине из поликристаллического CVD алмаза электронного качества производства «Element Six». Согласно спецификации производителя, эффективность сбора заряда обычно $>36\%$ и длина пробега заряда обычно $>180 \text{ мкм}$ при напряжении смещения 1 В/мкм. Размер поликристаллической пластины $5 \times 5 \text{ мм}^2$ при толщине 0.5 мм, размер нанесенных контактов $4 \times 4 \text{ мм}^2$. α -спектры поликристаллического CVD-алмаза приведены ниже, на рис.3

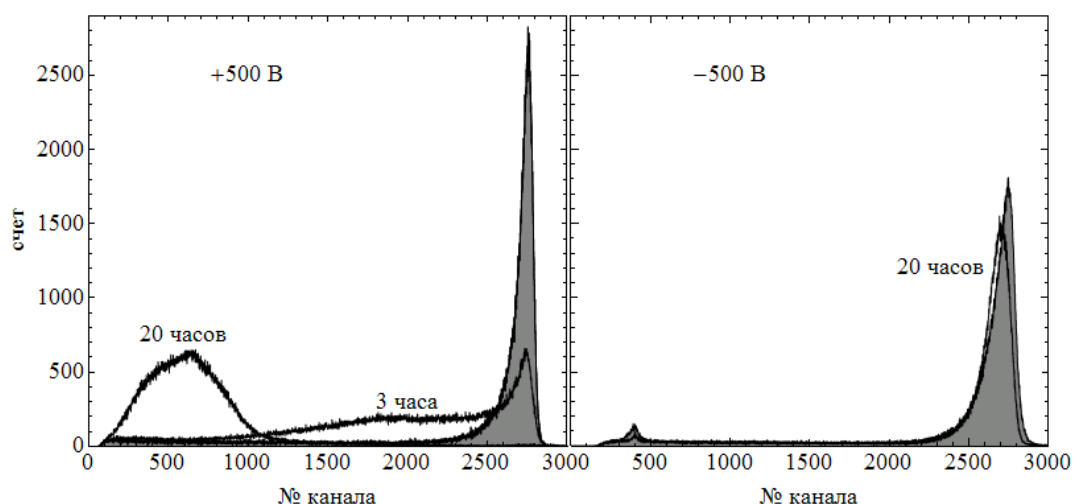


Рис. 1. α -спектры монокристаллического CVD-детектора в режиме дырочного дрейфа (смещение +500В) и в режиме электронного дрейфа (-500В). Время записи спектров 10 мин, заштрихованные спектры записаны в начале процесса облучения.

Анализ результатов

Спектры монокристаллического CVD детектора, записанные при напряжении смещения ± 500 В, показаны на рис. 1. Изотоп ^{238}Pu излучает α -частицы с энергией 5.499 МэВ (71%) и 5.456 МэВ (29%). В начале измерений спектры представляют собой пики шириной 2.5% на половине высоты при +500 В и 5% при -500 В. Как показано в [1,12] ширина α -пика (или разрешение по энергии) монокристаллических алмазов может достигать 0.3–0.4%. В данном случае ширина пика ограничена не столько свойствами алмаза, сколько шумами усилителя и спектрометрической аппаратуры. Скорость счета детектора составляла 600 $\alpha/\text{с}$, таким образом плотность потока α -частиц на поверхность детектора составила 100 $\alpha/(\text{с мм}^2)$. Таким образом, за 20 часов измерений при каждом напряжении смещения алмаз получал дозу порядка $4 \times 10^7 \alpha$, или $7 \times 10^6 \alpha/\text{мм}^2$.

Как видно на рис. 1 справа, в процессе электронного дрейфа (при отрицательном напряжении смещения) в первые полчаса α -пик незначительно сместился влево и уменьшился в высоте, после чего не менялся на протяжении всех 20 часов. В тоже время в режиме дырочного дрейфа (при положительном напряжении смещения) α -пик со временем начинает «проседать», при этом появляется плато в области промежуточных каналов, как показано на рис. 1 слева. Еще через некоторое время пик исчезает совсем, а спектр приобретает колоколообразную форму с центром в области малых каналов. Центр колокола, по мере набора дозы, смещается влево, а его высота растет; за 20 часов измерений при +500 В стационарное состояние достигнуто не было.

При более низких напряжениях смещения наблюдается аналогичное поведение детектора: в режиме электронного дрейфа форма спектра практически не меняется, а в режиме дырочного дрейфа наблюдается поляризация. При этом, при уменьшении напряжения смещения скорость поляризации существенно возрастает. Для определения скорости поляризации при каждом положительном

напряжении была рассчитана скорость счета детектора в области пика. В качестве области пика был выбран диапазон от 2300 до 3000 канала, что соответствует диапазону энергий 4.6–6 МэВ. Зависимость скорости счета в пике от дозы α -излучения показана на рис. 2. Для наглядности скорость счета нормирована на значение в начале измерений, так как абсолютные значения в каждом случае отличались в пределах 10% из-за неоднородности источника. Видно, что скорость поляризации нелинейно зависит от напряжения смещения источника.

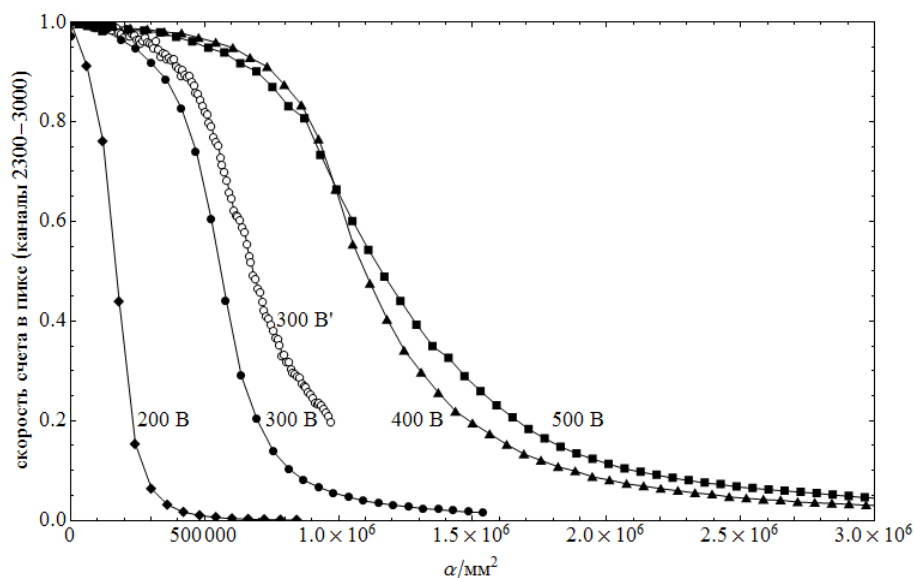


Рис. 2. Зависимость относительной скорости счета в пике от дозы α -облучения при положительных напряжениях смещения. Светлые кружки показывают зависимость, снятую с источником ^{238}Pu с интенсивностью $13 \alpha/(\text{с мм}^2)$.

Процесс поляризации кристалла происходит в результате попадания носителей на ловушки, сосредоточенные в дефектах или примесях кристалла. Образуется объемный заряд, который блокирует электрическое поле и ухудшает эффективность работы детектора. При этом ловушки являются долгоживущими. В частности, удаление источника на 10 мин от поляризованного кристалла при напряжении +500 В не привело к заметному изменению формы спектра. Это подтверждается и тем фактом, что процесс поляризации слабо зависит от интенсивности источника. В частности, при напряжении смещения +300 В были дополнительно произведены измерения процесса поляризации с использованием более слабого источника ^{238}Pu , обеспечивающего скорость счета $85 \alpha/\text{с}$, или $13 \alpha/(\text{с мм}^2)$. Как видно из кривой, изображенной на рис. 2 светлыми кружками, скорость счета в пике после облучения в течении 20 часов падает до 20% от первоначального значения. При использовании сильного источника такое же падение достигается за 2 часа. При этом зависимость от дозы облучения в обоих случаях отличается незначительно. Это свидетельствует в пользу того, что за все время измерения разряжается относительно небольшая доля заряженных ловушек в кристалле.

Существуют 2 механизма, ухудшающие эффективность сбора заряда в полупроводниковом детекторе: 1) поглощение носителей заряда дефектами кристалла 2) рекомбинация электронов и дырок друг с другом в области их образования. В случае монокристаллического CVD-алмаза первый механизм оказывается несущественным, так как при получаемых дозах облучения величина заряда, проходящая через кристалл, значительно превышает заряд, необходимый для полного блокирования электрического поля в детекторе. Действительно, при напряжении смещения $U = +500$ В, толщине кристалла $d = 0.5$ мм, диэлектрической константе алмаза $\varepsilon = 5.7$ поверхностная плотность заряда, необходимая для обнуления электрического поля в кристалле равна $\varepsilon\varepsilon_0 U / d = 3 \times 10^8$ е/мм². Учитывая, что на образование одной электронно-дырочной пары в алмазе в среднем уходит 13 эВ, то при облучении α -частицами с энергией 5.5 МэВ такой заряд образуется при дозе около 700 α /мм². Это на несколько порядков меньше доз, при которых начинается поляризация, см. рис. 2. Таким образом вероятность поглощения заряда ловушками в монокристаллическом CVD-алмазе очень мала; однако при длительной работе детектора на них накапливается заряд, который уменьшает электрическое поле в приповерхностном слое, где поглощаются α -частицы. В определенный момент поле становится недостаточным, чтобы «растачить» электроны и дырки из области их формирования, и они начинают рекомбинировать друг с другом. Эффективность работы детектора падает.

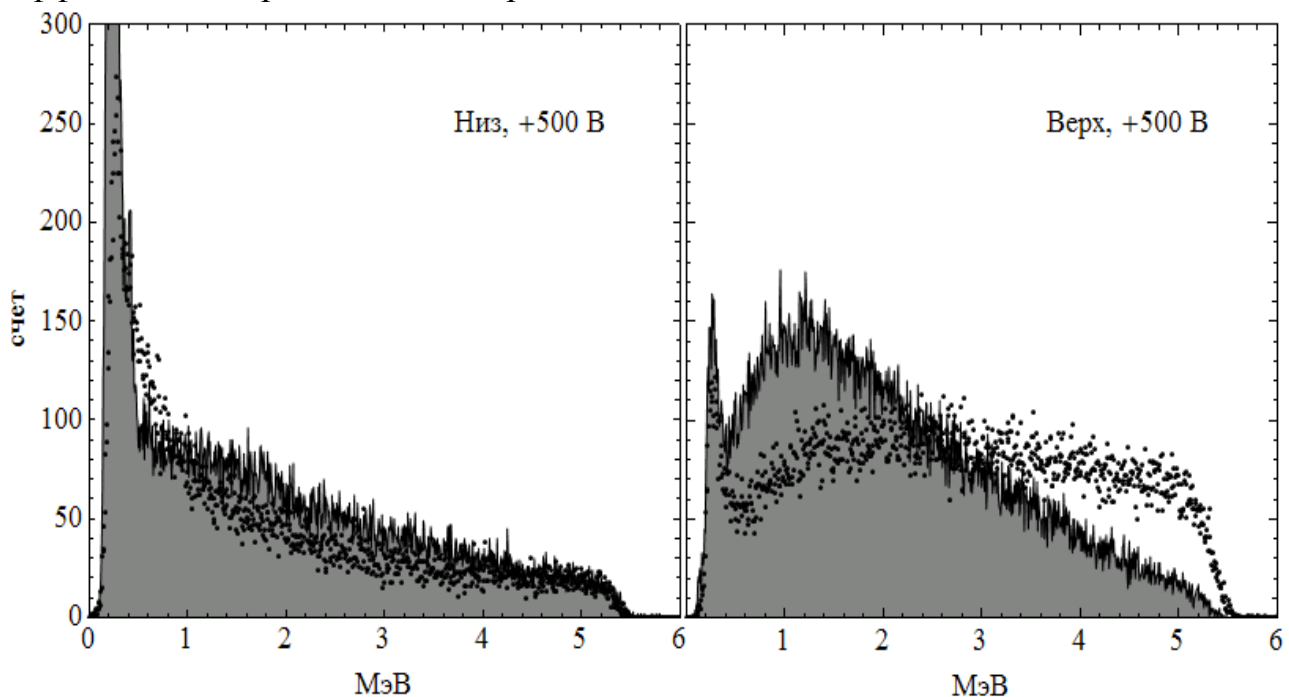


Рис. 3. Спектры с обеих граней поликристаллического алмазного CVD детектора. Заштрихованная область показывает спектр вначале измерений, точки — через 30 мин измерений. Интенсивность облучения 13 α /(с мм²). Энергетическая шкала откалибрована по монокристаллическому CVD-алмазу.

В случае поликристаллического CVD алмаза поляризация наступает значительно быстрее. Результаты измерений зависят от их предыстории и часто не повторяются. Кроме того, спектры могут отличаться для обеих граней кристалла. Поликристаллическая пластина состоит из множества малых монокристаллов (зерен) с различной ориентацией. В процессе CVD роста зерна увеличиваются в размерах, поэтому верхняя грань поликристаллических пластин обычно работает лучше, чем нижняя. На рис. 3 представлены спектры поликристаллического алмаза, полученные от источника ^{238}Pu с интенсивностью $13 \alpha/(\text{с мм}^2)$. Вначале были записаны спектры для источника, расположенного над гранью, названной на рис. 3 «низ». Затем кристалл был перевернут и записаны спектры для грани «верх». Для каждой грани спектры регистрировались в течении 30 мин, время записи каждого спектра 5 мин. Если для верхней грани скорость счета во всем энергетическом диапазоне сохранялась на уровне 200 с^{-1} , то для нижней грани за 30 мин измерений скорость счета упала от 170 до 120 с^{-1} . Это означает, что часть α -частиц дают сигнал с амплитудой меньше нижнего порога дискриминации усилителя и не регистрируются.

Попытки снять α -спектр с поликристаллического CVD-алмаза от источника с интенсивностью $100 \alpha/(\text{с мм}^2)$ привели к тому, что после размещения источника над кристаллом он сразу же поляризовался и скорость счета мгновенно падала до $\sim 20 \text{ с}^{-1}$ (вместо ожидаемой 1600 с^{-1} для площади контактов $4 \times 4 \text{ мм}^2$). На восстановление работоспособности детектора под действием слабого источника уходило время около 1 часа. Это свидетельствует о значительно большей концентрации ловушек заряда по сравнению с монокристаллами CVD и ограничивает область применения поликристаллов.

Выводы

Проведено исследование работы детектора ионизирующих излучений, изготовленного из высококачественного монокристаллического CVD-алмаза под действием больших доз α -излучения с энергией 5.5 МэВ в диапазоне напряжений смещения 0.4—1 В/мкм. Детектор демонстрирует стабильную работу в режиме электронного дрейфа вплоть до доз $7 \times 10^6 \alpha/\text{мм}^2$. В режиме дырочного дрейфа идет процесс поляризации, что свидетельствует о наличии дырочных ловушек в монокристалле CVD с большим временем жизни в заряженном состоянии, что наблюдалось в работах [10—12]. Кристалл деполяризуется при облучении α -источником при выключенном напряжении смещения, но остается поляризованным длительное время без облучения источником.

Дозы α -излучения, характеризующие скорость поляризации монокристаллического CVD-детектора, приведены в табл. 1. Они сильно зависят от напряжения смещения, но слабо от интенсивности источника. Измеренная доза излучения при смещении +400В на 2 порядка превосходит аналогичный результат работы [11], что по-видимому объясняется различным качеством исследуемых кристаллов.

Таблица 1: доза α -излучения, приводящая к 50% уменьшению скорости счета монокристаллического алмазного CVD-детектора в области α -пика (4.6–6 МэВ)

Интенсивность облучения, $\alpha/(\text{с мм}^2)$	100				13
Смещение, В	+200	+300	+400	+500	+300
Доза, $\alpha/\text{мм}^2$	1.7×10^4	5.6×10^5	1.1×10^6	1.2×10^6	6.8×10^5

Измеренные дозы облучения могут быть использованы для расчета промежутков времени, через которые необходимо проводить деполяризацию алмазных детекторов в условиях высокой интенсивности облучения.

В тоже время современные образцы поликристаллического CVD-алмаза малоприспособны как детекторы ионизирующих излучений при интенсивности свыше $\sim 10 \alpha/(\text{с мм}^2)$ из-за высокой скорости поляризации.

Следует отметить, что полученные результаты надо с осторожностью распространять на алмазные детекторы, предназначенные для регистрации других видов заряженных частиц и гамма-квантов из-за их большей проникающей способности. Для изучения процесса поляризации алмазных детекторов под действием других видов излучений необходимы дополнительные исследования.

Литература

1. Diamond and Related Materials 19 (2010) 358. E. Berdermann, M. Pomorski, W. de Boer, M. Ciobanu, S. Dunst, C. Grah, M. Kis, W. Koenig, W. Lange, W. Lohmann, R. Lovrincic, P. Moritz, J. Morse, S. Mueller, A. Pucci, M. Schreck, MD. S. Rahman, M. Trager. *Diamond detectors for hadron physics research*
2. IEEE Trans. Nucl. Sci. 51 (2004) 1808. A.J. Edwards, B. Brau, M. Bruinsma, P. Burchat, H. Kagan, R. Kass, D. Kirkby, B.A. Petersen, M. Zoeller. *Radiation Monitoring With Diamond Sensors in BABAR*
3. J. Inst. 3 (2008) P02004. V. Cindro, D. Dobos, I. Dolenc, H. Fraiss-Kolbl, A. Gorišek, E. Griesmayer, H. Kagan, G. Kramberger, B. Maček, I. Mandić, M. Mikuž, M. Niegl, H. Pernegger, D. Tardif, W. Trischuk, P. Weilhammer, M. Zavrtanik. *The ATLAS Beam Conditions Monitor*
4. Nucl. Instr. Met. Phys. Res. A 595 (2008) 616. M. Angelone, D. Lattanzi, M. Pillon, M. Marinelli, E. Milani, A. Tucciarone, G. Verona-Rinati, S. Popovichev, R.M. Montemali, M.A. Vincenti, A. Murari, JET-EFDA contributors. *Development of single crystal diamond neutron detectors and test at JET tokamak*
5. J. Phys.: Condens. Matter 21 (2009) 364221. R.S. Balmer, J.R. Brandon, S.L. Clewes, H.K. Dhillon, J.M. Dodson, I. Friel, P.N. Inglis, T.D. Madgwick, M.L. Markham, T.P. Mollart, N. Perkins, G.A. Scarsbrook, D.J. Twitchen, A.J. Whitehead, J.J. Wilman, S.M. Woollard. *Chemical vapour deposition synthetic diamond: materials, technology and applications*
6. Element Six, a De Beers Group Company. <https://e6cvd.com>
7. Eur. Phys. Lett. 113 (2016) 62001. T. Shimaoka, J.H. Kaneko, M. Tsubota, H. Shimmyo, H. Watanabe, A. Chayahara, H. Umezawa, S.-i. Shikata. *High-performance diamond radiation detectors produced by lift-off method*

8. Diamond and Related Materials 16 (2007) 1038. P. Bergonzo, D. Tromson, C. Descamps, H. Hamrita, C. Mer, N. Tranchant, M. Nesladek. *Improving diamond detectors: A device case*
9. J. Appl. Phys. 89 (2001) 1430–1435. M. Marinelli, E. Milani, A. Paoletti, A. Tucciarone, G.V. Rinati, M. Angelone, M. Pillon. *Systematic study of the normal and pumped state of high efficiency diamond particle detectors grown by chemical vapor deposition*
10. Вестник «МИФИ» 3 (2014) №4, 1. Р.Ф. Ибрагимов, В.В. Кадилин, Е.М. Тюрин, В.А. Колубин. *Исследование явления поляризации в алмазных детекторах ионизирующих излучений.*
11. Diamond and Related Materials 61 (2016) 1. M. Rebai, A. Fazzi, C. Cazzaniga, G. Croci, M. Tardocchi, E. Perelli Cippo, C.D. Frost, D. Zaccagnino, V. Varoli, G. Gorini. *Time-stability of a Single-crystal Diamond Detector for fast neutron beam diagnostic under alpha and neutron irradiation*
12. Japanese J. Appl. Phys. 55 (2016) 046401-1–5. Y. Sato, H. Murakami, T. Shimaoka, M. Tsubota, J.H. Kaneko. *Charge-collection efficiency and long-term stability of single-crystal CVD diamond detector under different carrier-drift conditions*

ПРОЯВЛЕНИЕ ЭФФЕКТОВ ДИФРАКЦИИ В АЛМАЗНЫХ МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ ФОТОПРИЁМНИКАХ

В.А. Шепелев¹, А.А. Алтухов², В.С. Фещенко¹

Аннотация. Целью настоящей работы являлось исследование влияния конструкции двухспектрального многоэлементного фотоприёмника на его фоточувствительность. Данный фотоприёмник содержит фоточувствительную матрицу на основе пластины алмаза в качестве чувствительного слоя одного из спектральных каналов, работающего в солнечно-слепом УФ диапазоне спектра. При разработке такого фотоприёмника должны учитываться оптические потери, обусловленные дифракцией падающего излучения на элементах его конструкции. Для выполнения поставленной цели была построена математическая модель, которая рассчитывает распределение излучения с учётом таких потерь. Данная модель использовалась при задании различных фиксированных значений толщины алмазного слоя от 100 до 300 мкм и длины волны падающего излучения от 0,5 до 3 мкм. Продемонстрировано наличие

¹ Шепелев Валерий Андреевич, научный сотрудник ООО «ПТЦ «УралАлмазИнвест»; 121108, г. Москва, ул. Ивана Франко, д.4; 8-916-488-17-09, 8-499-146-19-18; valq2006@rambler.ru; Алтухов Андрей Александрович, заместитель директора Центра «Микросенсорика» РТУ МИРЭА, кандидат технических наук; 119454, г. Москва, проспект Вернадского, д.78; 8-499-146-19-18, uai-co@yandex.ru; Фещенко Валерий Сергеевич, начальник научно-производственной лаборатории ООО «ПТЦ «УралАлмазИнвест», доктор технических наук; 121108, г. Москва, ул. Ивана Франко, д.4; 8-499-146-19-18, feshchenko@mail.ru.

оптимальных значений этих параметров в данных интервалах для относительно эффективного попадания излучения в чувствительные ячейки фотоприёмника.

Ключевые слова: АЛМАЗ, ДИФРАКЦИЯ, МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, МЕТОД КИРХГОФФА, МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫЙ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЙ ФОТОПРИЁМНИК, УФ.

Введение. Развитие многочисленных областей применения фотоприёмников предъявляет новые требования к расширению их спектральных характеристик, повышению фоточувствительности, миниатюризация их размеров, увеличение формата многоэлементных фотоприёмников и уменьшения размеров пикселей. Одним из классических способов расширения диапазона чувствительности является создание гибридных фотоприёмных устройств [1, 2], состоящих из фоточувствительной матрицы с требуемым диапазоном чувствительности и соединённым с ней с помощью индиевых столбиков [2] кремниевым мультиплексором [3, 4]. В этом случае элементы конструкции фотоприёмников, обеспечивающие функционирование разных спектральных каналов, разделены по слоям внутри фотоприёмной структуры. Эти элементы конструкции, например – металлические электроды, влияют на прохождение падающего излучения в слоях фотоприёмника, хотя в первую очередь предназначены для его электронного обеспечения. Это порождает трудности в разработке фотоприёмников и оптико-электронных систем (ОЭС) на их основе. Так, например, увеличение количества отдельных спектральных поддиапазонов в фотоприёмнике препятствует улучшению остальных характеристик. Таким образом, разработка многоспектральных фотоприёмников и ОЭС на их основе оказывается значительно более сложным процессом по сравнению с разработкой односпектральных приёмников. Отдельно стоит отметить наличие сложностей в расчётах, связанных с дифракционными потерями излучения, которые обусловлены данными элементами конструкции.

В связи с этим, для оптимизации параметров фотоприёмников важную роль играет грамотное построение используемых при разработке аппаратуры моделей работы фотоприёмников и ОЭС на их основе. Данные модели широко описаны в современной литературе, в том числе – в методических трудах [5]. Как правило, в такой литературе оптические и электронные принципы работы приборов описываются раздельно, что проявляется, например, через описание отдельных программных блоков. Это также негативно влияет на адекватность и точность разработанных моделей ОЭС с взаимовлияющими элементами конструкции. Таким образом, разработка и применение математических моделей, рассчитывающих параметры и функционирование многоспектральных фотоприёмников с учётом дифракции излучения на элементах его конструкции, являются актуальными. Такие модели особенно актуальны при работах над фотоприёмниками на основе алмаза, в которых известны сложности создания тонких алмазных слоёв [6]. В связи с этим, целью настоящей работы являлось исследование влияния конструкции алмазного двухспектрального многоэлементного фотоприёмника на его фоточувствительность.

Для достижения данной цели были поставлены задачи настоящей работы, которые заключались в построении и использовании математической модели, которая рассчитывает распределение излучения с учётом потерь, обусловленных дифракцией падающего излучения на элементах конструкции данного фотоприёмника – на электродах, обеспечивающих передачу фотоотклика с одного из спектральных каналов.

Конструкция фотоприёмников. В настоящей работе рассматривается проявление эффектов дифракции у многоспектральных многоэлементных фотоприёмников, обладающих определёнными особенностями конструкции. В качестве примера структуры такого фотоприёмника представлена структура разработанного ООО «ПТЦ «УралАлмазИнвест» фотоприёмника с применением кристалла алмаза 2а-типа. Структура разработанного фотоприёмника с алмазным слоем представляет собой интегральную «flip-chip» [2] сборку монокристаллической пластины алмаза с нанесёнными электродами и остальной части фотоприёмника, работающей в качестве «длинноволнового под-фотоприёмника» с интегральной схемой считывания [3] (рис. 1).

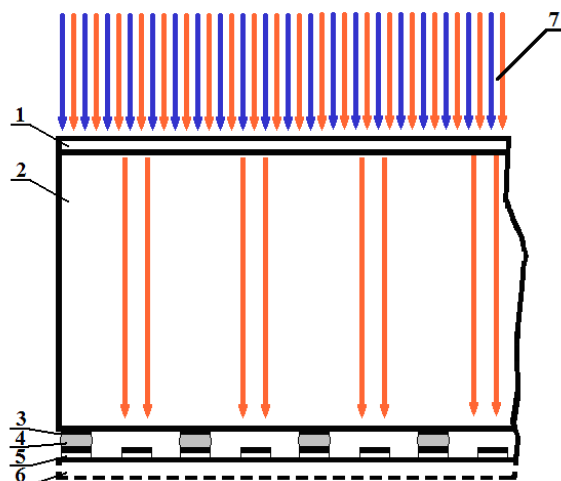


Рис.1.-Структура фотоприёмника. Цифрами обозначено: 1 – верхний электрод; 2 – алмазный слой; 3 – нижние электроды алмазного чувствительного элемента; 4 – контактные столбики; 5 – электроды «длинноволнового под-фотоприёмника»; 6 – «длинноволновой под-фотоприёмник»; 7 – падающее излучение.

На верхнюю сторону алмазной пластины нанесена электродная сетка из платины с толщиной в 5 нм в направлении, перпендикулярном поверхности пластины, что достаточно мало для пропускания необходимой части падающего излучения УФ-поддиапазона чувствительности фотоприёмника в алмаз. На нижнюю сторону данной пластины нанесена в шахматном порядке матрица необходимых для регистрации УФ-фотосигнала электродов (рис. 2). На «длинноволновом под-фотоприёмнике» располагаются ячейки, половина которых соединена посредством индиевых столбиков [2] с данными электродами алмазной пластины. Вторая половина ячеек «длинноволнового под-фотоприёмника» располагается в точности под окнами электродной сетки,

расположенной на верхней поверхности фотоприёмника. На осях данных ячеек и окон отсутствуют электроды на нижней стороне, как видно на рис.2. Данные окна обладают шириной, равной полупериоду электродной сетки. Используемая конструкция верхней электродной сетки и её расположение относительно матрицы нижних электродов позволяют пропускать излучение во вторую половину ячеек «длинноволнового под-фотоприёмника». Эта сетка монолитна, что позволяет подавать на неё единый потенциал для работы УФ канала. При приложении потенциала 100 В посредством этой электродной сетки, сгенерированные УФ излучением неравновесные носители заряда в УФ канале дают вклад в фототок.

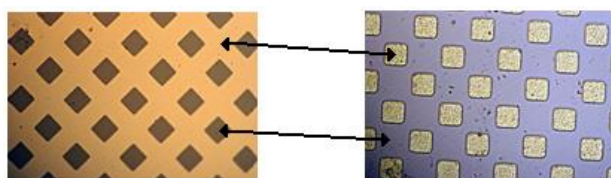


Рис.2. Фрагменты верхнего (слева) и нижних электродов (справа) чувствительного элемента.

Численная модель. В ходе проведения теоретических исследований распространения излучения в фотоприёмнике была построена численная модель на основе расчётов по дифракционной формуле Френеля-Кирхгоффа [7]. В данной модели рассматривалась дифракция падающего излучения на верхней электродной сетке. Алмазный чувствительный элемент в этом случае представлен как свободное пространство [7], которое является прозрачным для проходящего излучения и оптические свойства которого характеризуются зависящим от длины волны излучения показателем преломления в алмазе и не зависят от температуры, электрических и прочих параметров среды [7].

В связи с тем, что дифракция излучения на периодическом объекте не зависит от степени когерентности падающего излучения. И представляет собой простую сумму интенсивностей спектральных компонент с разными длинами волн, не взаимодействующих друг с другом, мы выбрали для расчётов из всего диапазона, три произвольные значения длины волны. Эти значения длин волн, для большей наглядности демонстрации формирующихся искажений, были взяты вблизи верхней и нижней границы, а также середины регистрируемого диапазона. Следовательно, разработанная модель рассчитывает распределение излучения в плоскости нижней границы алмазного слоя при нормальном и равномерном падении плоской волны монохромного излучения на переднюю поверхность фотоприёмника.

Это распределение вычисляется по следующей формуле расчёта соотношения интенсивностей падающего и прошедшего излучения:

$$\frac{I(x_a)}{I_0(x_a)} = (1 - R^2) \left(\int_0^d \left(\frac{1 + (-1)^{\lfloor x/a \rfloor}}{2} \right) \left(\frac{\cos((2\pi\sqrt{(x-x_a)^2 + z_a^2})/\lambda)}{\sqrt{(x-x_a)^2 + z_a^2}} \right) \left(1 + \frac{z_a}{\sqrt{(x-x_a)^2 + z_a^2}} \right) dx \right)^2,$$

где R – коэффициент отражения алмаза; d – размер фотоприёмника; λ – длина волны падающего излучения; a – полупериод сетки; n – показатель преломления алмаза (n и R зависят от λ); x_a – переменная координата в плоскости нижней границы алмазного слоя (в пределах от 0 до d); z_a – координата данной плоскости (другими словами – толщина алмазного слоя); x – координата, аналогичная x_a , в плоскости верхней границы алмазного слоя. Как можно видеть по подынтегральному выражению в данной формуле, расчёт основан на дифракционной формуле Френеля-Кирхгоффа [7]. В качестве уточнения для данного случая следует отметить наличие первого множителя данного подынтегрального выражения, представляющего собой прямоугольную функцию, что необходимо для учёта экранирования излучения электродной сеткой. В расчёте учитывается лишь одна координата в плоскости нижней границы алмазного слоя, что связано с построением достаточно наглядных двумерных графиков по результатам вычислений и с подразумеваемой симметрией структуры.

Расчёты были проведены со следующими параметрами:

- Размер окон в верхней электродной сетке равен 21,21 мкм (полупериод сетки).
- Размер фотоприёмника равен 4 мм.
- Значения коэффициентов отражения и показателей преломления алмаза были взяты из литературных данных [8].
- Длины волн падающего излучения были равны 0,532; 1,2 и 3 мкм.
- Значения толщин алмазного слоя принимались в диапазоне от 100 до 300 мкм через каждые 50 мкм.

Данная модель наиболее удачно применима в случаях, если основная часть регистрируемого длинноволнового излучения поглощается в узком слое вблизи нижней границы алмазного слоя.

Результаты и обсуждение. На графиках изображены распределения интенсивности прошедшего через алмаз излучения, полученные для различных длин волн излучения и толщин алмазного слоя в результате расчётов по разработанной модели (рис. 3, 4). Закрашенными областями под функцией пропускания верхней электродной сетки отмечены положения, в которые должно попадать излучение при отсутствии дифракции, соответствующие окнам в данной сетке. По соответствию графиков интенсивности графикам данной функции пропускания может быть определена эффективность фотоприёмников при конкретных условиях по длинам волн падающего излучения и толщинам алмазного слоя.

Как видно из изображений на графиках, дифракция существенным образом влияет на прохождение излучения в алмазном слое фотоприёмника. В будущем, это может быть использовано для дополнительного разделения спектральных каналов в фотоприёмнике. Также, будет актуальным подавление данных эффектов. При этом следует отметить, что существующий уровень развития технологии лазерного рисования в объёме алмаза вызывает интерес к использованию графитизированных элементов с целью корректировки

дифракции излучения. Исследователи соответствующих технологических возможностей продемонстрировали графитную решётку в объёме алмаза с периодом 2 мкм [9].

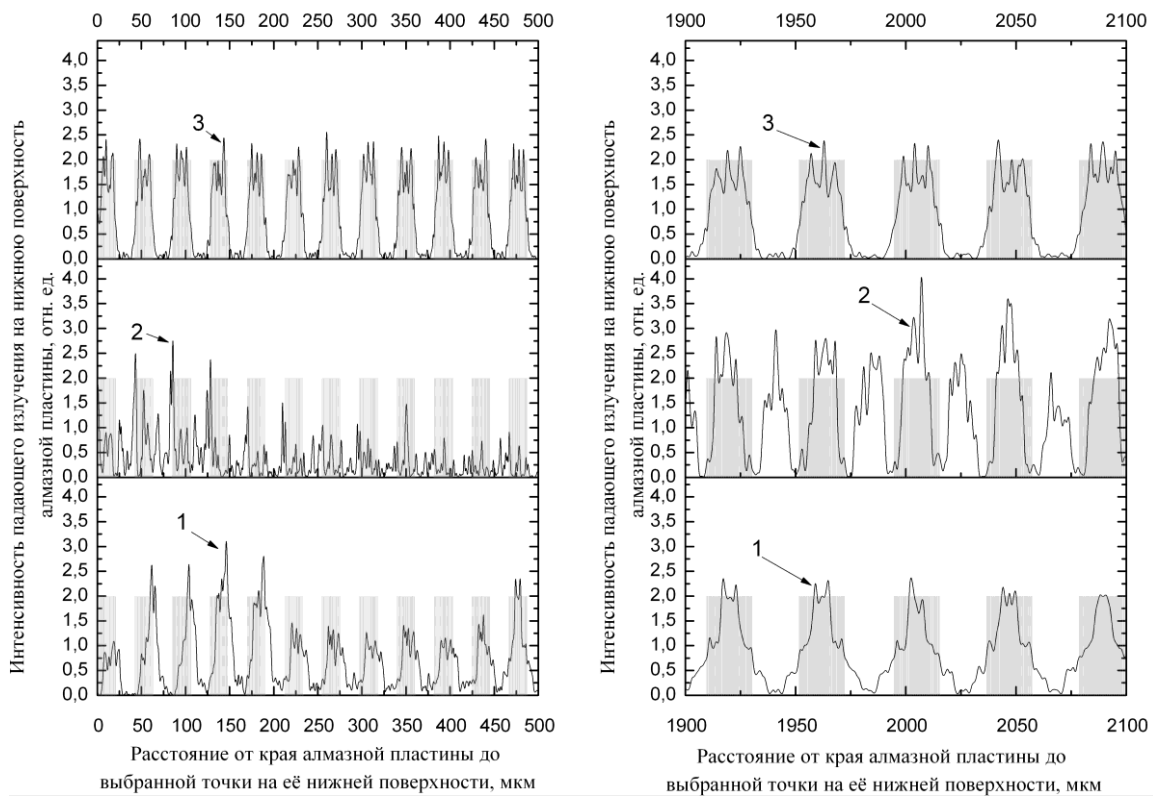


Рис.3. Фрагменты нормированных распределений интенсивности излучения в плоскости нижней границы алмазного слоя толщиной 250 мкм для длин волн 0,532 мкм, 1,2 мкм и 3 мкм (кривые 1, 2 и 3 соответственно). D – расстояние от края фотоприёмника до выбранной точки в этой плоскости.

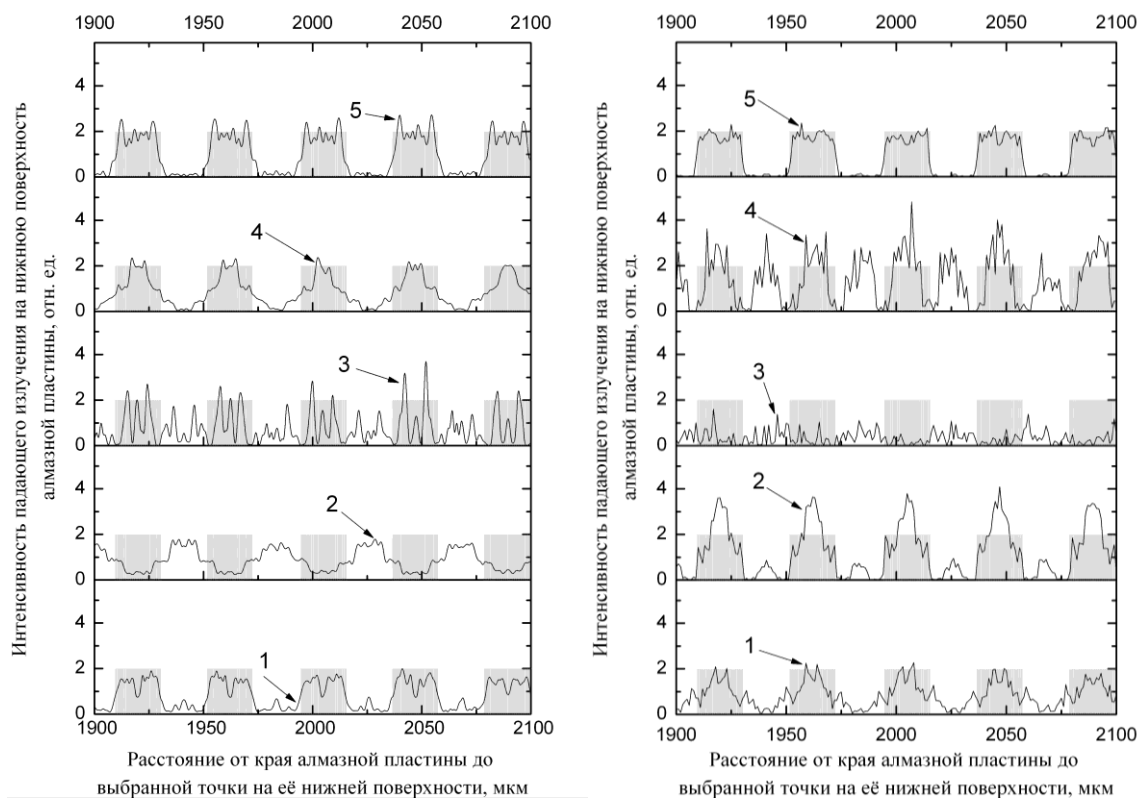


Рис.4. Фрагменты нормированных распределений интенсивности излучения с длинами волн 0,532 мкм (слева) и 1,2 мкм (справа) в плоскости нижней границы алмазного слоя со значениями толщины 100 мкм, 150 мкм, 200 мкм, 250 мкм и 300 мкм (кривые 1, 2, 3, 4 и 5 соответственно). D – расстояние от края фотоприёмника до выбранной точки в этой плоскости.

Закключение. Построена численная модель расчета возникающего за счёт дифракции распределения интенсивности излучения в нижнем фотоприёмном слое многоспектрального многоэлементного фотоприёмника на основе алмаза. На основе результатов численных расчётов, проведённых по данной модели в диапазоне толщины данного слоя от 100 до 300 мкм и длины волны падающего излучения от 0,5 до 3 мкм, продемонстрировано наличие оптимальных значений для относительно эффективного попадания излучения в фотоприёмные ячейки. Эти значения отличаются от крайних для выбранных диапазонов. Использование полученных данных позволяет точнее подбирать толщину применяемых алмазных пластин для фотоприёмников в зависимости от специфики применений.

Влияние эффектов дифракции излучения на структуре электродов в многоспектральном многоэлементном фотоприёмнике на распределение интенсивности излучения в фотоприёмных плоскостях обуславливает перспективность использования данных эффектов для дополнительного разделения спектральных каналов в фотоприёмнике.

Также, отмечена возможность использования технологии лазерной графитизации в объёме алмаза для совершенствования многоспектральных многоэлементных фотоприёмников на основе алмаза за счёт подавления эффектов дифракции излучения на структуре электродов.

Литература

1. Гуляев Ю. В., Митягин А. Ю., Фещенко В. С., Чучева Г. В. // Доклады академии наук. 2013. Т. 450. № 4. С. 401.
2. Акимов В. М., Болтарь К. О., Васильева Л. А., Демидов С. С., Иродов Н. А., Климанов Е. А. // Прикладная физика. 2015. № 1. С. 51.
3. Бородин Д. В., Осипов Ю. В. // Прикладная физика. 2003. № 6. С. 98.
4. Бородин Д. В., Осипов Ю. В., Васильев В. В. // Электронная техника. Серия 2: Полупроводниковые приборы. 2011. №1. С. 45.
5. Торшина И. П. Компьютерное моделирование оптико-электронных систем первичной обработки информации. — М.: Логос, 2009.
6. Mityagin A. Yu. and Feshchenko V. S. UV Photodetectors Based on Natural Diamond. – Odessa: Politehperiodika, 2013.
7. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. 2-е изд. испр. – М.: Наука, 1973. [M. Born and E. Wolf, *Principles of Optics*, 4th ed. (Pergamon Press, Oxford-London-Edinburgh-New York-Paris, 1968)].
8. Palik D. Handbook of Optical Constants of Solids II. — New York: Academic Press, 1991.
9. Kononenko T.V., Konov V.I., Pimenov S.M., Rossukanyi N.M., Rukovishnikov A.I., Romano V. // Diamond & Related Materials. 2011. Vol. 20, P. 264.

НЕЛИНЕЙНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТОНКИХ ПЛЁНОК ПОЛИКРИСТАЛЛА ЦИРКОНАТА ТИТАНАТА СВИНЦА.

В. А. Кошелев¹, А. С. Елшин¹, Е.Д. Мишина¹

МИРЭА — Российский технологический университет, Москва, Россия.

E-mail: 90znh06@gmail.com

Аннотация — для изучения тонкой плёнки одно-фазного (перовскит) и двух-фазного (перовскит-пирохлор) цирконата титаната свинца (ЦТС), полученной высокочастотным магнетронным распылением (ВЧ-распыление) на подложке из $\text{Pt/TiO}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$, была использована методика нелинейной оптической микроскопии. В результате были получены распределения генерации второй оптической гармоники в областях кристаллизации типа сфероидит. Отмечается усиление интенсивности сигнала на границе перовскит/пирохлор, возможной причиной которого является неравномерное распределение механических напряжений. Обсуждаются факторы, предположительно ответственные за наблюдаемую азимутальную зависимость интенсивности генерации второй гармоники (ГВГ).

Развитие технологий формирования сегнетоэлектрических тонких плёнок цирконата-титаната свинца (ЦТС) дает основание предполагать его использование в качестве материала для элементов памяти, пьезоэлектрических преобразователей энергии, устройств микроэлектроники, сенсоров инфракрасного излучения и т.д.^[1-6] Для использования тонких слоёв ЦТС (микронной и субмикронной толщины) в устройствах на КМОП технологии обычно необходимо размещение функциональных слоёв на подложке из кремния. Высказанное требование влияет на физические свойства слоёв ЦТС, поскольку свойства плёнок определяются их кристаллографической структурой, жёстко зависящей от материала подложки, параметров её структуры и процесса создания и режима термообработки. При использовании методики высокочастотного магнетронного напыления слоёв ЦТС в вакууме к параметрам также относятся расстояние от мишени до подложки, давление и состав рабочего газа, температура подложки и т.д.^[7-11] Для определения кристаллографических параметров тонких плёнок ЦТС необходимо использование

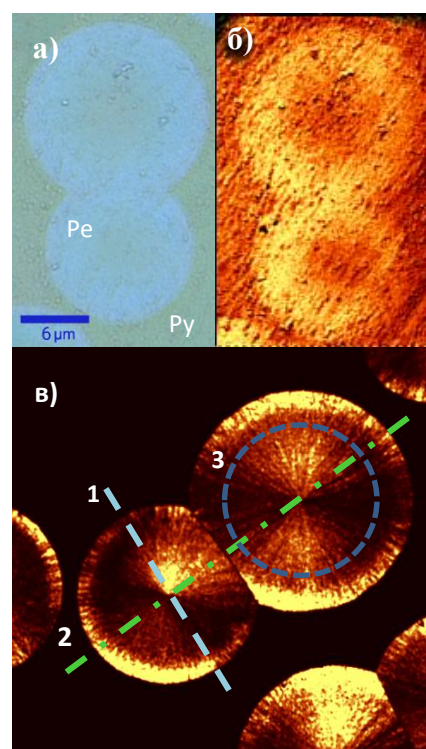


Рисунок 1. Изображение сросшихся островков ЦТС типа сфероидит
а) изображение с камеры;
б) сканирующий режим с регистрацией линейного отражения;
в) сканирующий режим с регистрацией второй оптической гармоники

различных методик. К ним относятся не только традиционные: рентгеновская дифракция (XRD), атомно-силовая микроскопия и электронная микроскопия, но и другие методы включающие нелинейно-оптическую микроскопию, способную предоставить информацию о симметрии и ориентации поляризации.^[12,13] В частности, интенсивность генерации второй оптической гармоники (ГВГ) пропорциональна квадрату интенсивности падающего на образец лазерного линейно-поляризованного излучения и зависит от тензора нелинейно-оптической восприимчивости.^[14]

В предыдущих работах методика ГВГ использовалась для диагностики морфотропной фазовой границы, где диэлектрические и электромеханические характеристики плёнки достигали максимального значения.^[15, 16] Плёнки были получены ВЧ-распылением керамической мишени на подложку (Pt/Ti(TiO₂)/SiO₂/Si) при давлении 8 Па^[17]. Температура отжига для образования перовскитной фазы составляла 580-600°C. Время осаждения выбиралось таким образом, что толщина слоёв составляла 500 нм. В пленке образовывались однофазные структуры (перовскит) и двухфазные (при меньшей температуре отжига) структуры, представляющие собой матрицы низкотемпературной фазы пироклора (Py) и отдельные перовскитные островки (Pe).

На модифицированном конфокальном микроскопе WITec alpha 300S были получены изображения демонстрирующие ГВГ на поверхности ЦТС. Генерация второй гармоники возбуждалась излучением фемтосекундного лазера на кристалле сапфира, допированного ионами титана, с длиной волны 800 нм, частотой повторения импульсов 80 МГц и длительностью импульса 100 фс.

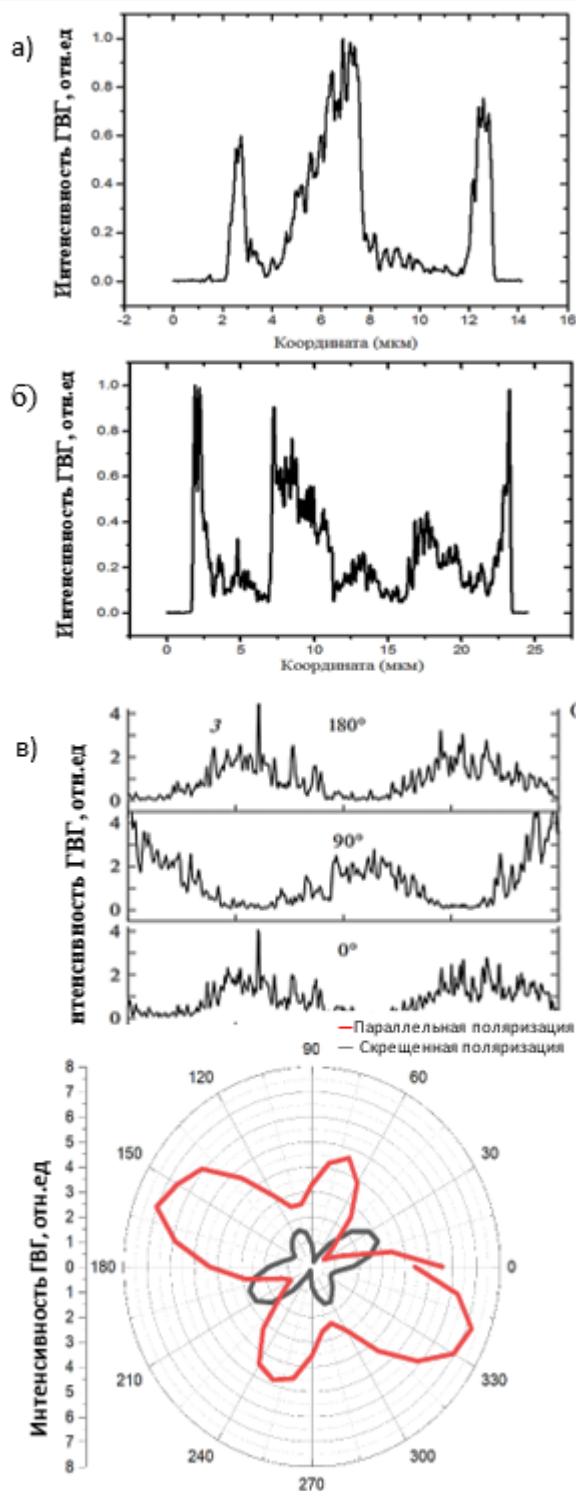


Рисунок 3. Средняя интенсивность ГВГ от одного сферолита при повороте входной и выходной поляризации на 360°.

Интенсивность ГВГ регистрировалась встроенным в микроскоп ФЭУ со счётчиком фотонов. Поворот плоскости поляризации падающего излучения осуществлялся полуволновой пластиной перед образцом. Анализатор представлял собой призму Глана. Изображение было получено в геометрии на отражение. Использовался объектив Zeiss N-achroplan 100X, формирующий пятно на образце диаметром 0.9 мкм, и оптическое волокно диаметром 25 мкм.

Рисунок 1 демонстрирует полученные конфокальным оптическим микроскопом изображения – изображение с камеры (а), изображение распределения линейно отраженного сигнала на длине волны 800 нм (б), а также нелинейно-оптическое изображение, составленное по сигналу ГВГ, для островка сегнетоэлектрической фазы ЦТС в матрице пироклора. Изображение ГВГ образца позволяет говорить о преимущественных направлениях самопроизвольной поляризации кристаллизовавшегося участка, что демонстрируется яркостью этой области на рисунке. Области перовскитной фазы имеют круглую форму, состоят из игловидных радиальных кристаллов (фибрилл). Из изображений можно продемонстрировать, что радиальный срез ГВГ для одного сферолита значительно неоднороден (рис 2а, 2б). На полученных срезах наблюдается усиление ГВГ от образца на границах островков сферолита, причём на границе срастания островков подобного эффекта не наблюдается. При движении от центра сферолита сигнал ГВГ сначала возрастает, достигает локального максимума примерно на середине радиуса, затем спадает к краю и на расстоянии $\sim 3 - 5$ мкм до края снова возрастает. Величина сигнала ГВГ возрастает на краях сферолитов в ~ 2 раза по сравнению с сигналом в центральной области. Возможной причиной может являться формирование в процессе кристаллизации и рекристаллизации фаз перовскита разной плотности, как это было продемонстрировано в [19]. Также неоднородность ГВГ наблюдается на круговых сечениях (рис. 2в), полученных по пунктиру 3 на рисунке 1б. Здесь можно наблюдать 2 пика, соответствующие усилению ГВГ от образца. Возможно, это усиление связано с неоднородностью распределения механических напряжений в прикраевых областях.

При повороте входной и выходной поляризации распределение сигнала ГВГ по круговому сечению имеет сложную зависимость от направлений поляризаций луча, что демонстрирует рисунок 2в. Зависимость среднего отклика ГВГ одного сферолита от поворота входной и выходной поляризаций имеет анизотропный вид, что связано с ориентацией поляризации и кристаллографических направлений кристаллитов внутри перовскитного островка. Измеренные азимутальные зависимости интенсивности ГВГ в разных областях перовскитного островка имеют различную форму, что говорит о сложном распределении кристаллографических направлений. Предположительно перовскитная фаза данного образца имеет смесь кристаллитов двух симметрий – $4mm + 3m$ или $4mm + m$.^[17] Сопоставление экспериментальных азимутальных зависимостей с модельными позволят установить симметрию и распределение кристаллографических направлений в перовскитных островках.

Известно, что сигнал ГВГ может усиливаться в зависимости от величины механических напряжений в среде. ^[20] Ранее с помощью атомно-силовой микроскопии было показано ^[21], что вследствие разности плотности фаз рельеф на границах Ре/Ру меняется. Ширина области перехода составила порядка 4–5 мкм, что согласуется с шириной области усиленного сигнала ГВГ.

Показана неоднородная зависимость интенсивности сигнала ГВГ в перовскитных областях. Предполагается, что радиальное изменение интенсивности сигнала ГВГ связано с изменением плотности перовскитной фазы в процессе ее кристаллизации из фазы пирохлора и ее рекристаллизации в более плотную модификацию, а изменение интенсивности ГВГ вдоль кругового сечения связано с ориентацией кристаллитов.

Литература

1. Воротилов К.А., Мухортов В.М., Сигов А.С. Интегрированные сегнетоэлектрические устройства. М.: Энергоатомиздат, 2011. 175 с.
2. Hwang G.T., Annapureddy V., Han J.H., Joe D.J., Baek C., Park D.Y., Kim D.H., Park J.H., Jeong C.K., Park K.I., Choi J.J., Kim D.K., Ryu J., Lee K.J. // *Adv. Energy Mater.* 2016. V. 6. N 13. P. 1600237. DOI: 10.1002/aenm.201600237
3. Yeo H.G., Ma X., Rahn C., Trolier-McKinstry S. // *Adv. Funct. Mater.* 2016. V. 26. N 32. P. 5940–5946. DOI: 10.1002/adfm.201601347
4. Muralt P. // *J. Am. Ceram. Soc.* 2008. V. 91. N 5. P. 1385–1396. DOI: 10.1111/j.1551-2916.2008.02421.x
5. Muralt P. // *Rep. Prog. Phys.* 2001. V. 64. N 10. P. 1339–1388. DOI: 10.1007/0-387-23319-9_5
6. Scott J.F. // *Science.* 2007. V. 315. N 5814. P. 954–959. DOI: 10.1126/science.1129564
7. Iijima K., Ueda I., Kugimiya K. // *Jpn. J. Appl. Phys.* 1991. V. 30. Pt 1. N 9B. P. 2149–2151.
8. Suu K., Masuda T., Nishioka Y., Tani N. // *Proc. of the Eleventh IEEE Int. Symp. on applications of ferroelectrics (ISAF XI'98).* Montreux, Switzerland, 1998. P. 19–22.
9. Alrashda M.H.S., Hamzah A.A., Majlis B.Y. // *2015 IEEE Regional Symp. on micro and nanoelectronics (RSM).* IEEE, 2015. P. 1–4. DOI: 10.1109/RSM.2015.7355018
10. Mukhin N.V., Chigirev D.A. // *J. Phys.: Conf. Ser.* 2017. V. 872. P. 012045. DOI: 10.1088/1742-6596/872/1/012045
11. Osipov V.V., Kaptelev E.Yu., Senkevich S.V., Kiselev D.A., Pronin I.P. // *Ferroelectrics.* 2018. V. 535. N 1. P. 78–82. DOI: 10.1080/00150193.2018.1432931
12. Denev S.A., Lummen T.T., Barnes E., Kumar A., Gopalan V. // *J. Am. Ceram. Soc.* 2011. V. 94. N 9. P. 2699–2727. DOI: 10.1111/j.1551-2916.2011.04740.x
13. Буряков А.М. // *Рос. технол. журн.* 2017. Т. 5. № 2. С. 22–31. DOI: 10.32362/2500-316X-2017-5-2-22-31

14. Dolino G., Lajzerowicz J., Vallade M. // Phys. Rev. B. 1970. V. 2. N 6. P. 2194–2200. DOI: 10.1103/PhysRevB.2.2194
15. Яффе Б., Кук У., Яффе Г. Пьезоэлектрическая керамика. М.: Мир, 1974. 288 с.
16. Noheda B., Cox D.E. // Phase Trans. 2006. V. 79. N 1-2. P. 5–20. DOI: 10.1080/01411590500467262
17. Pronin V.P., Dolgintsev D.M., Osipov V.V., Pronin I.P., Senkevich S.V., Kaptelov E.Y. // Mater. Sci. Eng. 2018. V. 387. N 1. P. 012063.
18. Gauderon R., Lukins P.B., Sheppard C.J.R. // Opt. Lett. 1998. V. 23. N 15. P. 1209–1211. DOI: 10.1364/OL.23.001209
19. Пронин И.П., Каптелов Е.Ю., Сенкевич С.В., Климов В.А., Зайцева Н.В., Шаплыгина Т.А., Кукушкин С.А. // ФТТ. 2010. Т. 52. В. 1. С. 124–129. DOI: 10.1134/S1063783410010233
20. Bertocchi M., Luppi E., Degoli E., V'eniard V., Ossicini S. // J. Chem. Phys. 2014. V. 140. N 21. P. 214705. DOI: 10.1063/1.4880756
21. Пронин И.П., Каптелов Е.Ю., Сенкевич С.В., Киселев Д.А., Осипов В.В., Пронин В.П. // ФТТ. 2019. Т. 61. В. 12. С. 2369–2374. DOI: 10.1134/S1063783419120424
22. Тентилова И.Ю., Кукушкин С.А., Каптелов Е.Ю., Пронин И.П., Уголков В.Л. // Письма в ЖТФ. 2011. Т. 37. В. 4. С. 37–43. DOI: 10.1134/S10637850110202953

Si(111) НИНГ ТУРЛИ СОҲАЛАРИДАГИ P^+ ВА B^+ ИОНЛАР ИМПЛАНТАЦИЯСИДАН ТЕРМОДАТЧИКЛАР ИШЛАБ ЧИҚИШ

**Ж.Б.Хўжаниёзов¹, Н.С.Холмирзаев², Б.Э.Хайриддинов²,
Д.Ж. Нурматова²**

¹Тошкент давлат техника университети,

²Қарши давлат университети, физика факультети, Қарши ш., 180119,
Кучабог кўчаси, 17-уй, Ўзбекистон

Ярим ўтказгичли материалларнинг температура, босим, электромагнит нурланиш таъсирига нисбатан муҳим сезгирлик хусусияти эътиборга олиниб, улардан турли типдаги датчикларни яратишда кенг фойдаланилади [1-3]. Бир қатор ишларда кремний асосида термосезгир элементлар олиш баён қилинган [3-5]. Хусусан, марганец билан диффуз-лигерланган кремнийнинг электрофизик хусусиятлари, ундан юқори термосезгирликдаги материал олиш имкониятлари [6] ишда кўрсатилган. Ваҳоланки, [7] ишда ҳам, бизга маълум бўлган бошқа ишларда ҳам кремний асосида олинган датчикларда объектлар температурасини ўлчаш оралиғи 350-380 Кгача олинган. Бу шу билан боғлиқки, кўрсатилган температураларда киришма атомларнинг ионлашиши юз беради, нисбатан юқори температураларда эса кремнийнинг хусусий ўтказувчанлиги бошланади. Si асосидаги термоэлементларнинг яна бир камчилиги уларнинг температура характеристикасининг ночизикли эканлигидир.

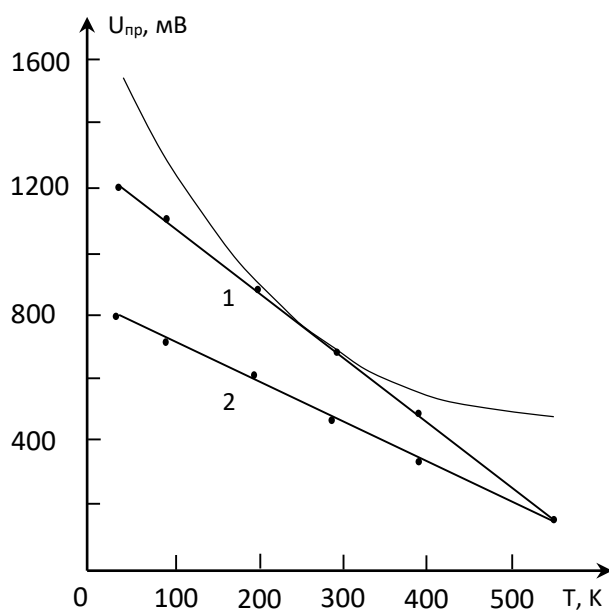
Нисбатан юқори температураларни ўлчайдиган, кремний асосли температура датчикларини яратиш учун биз $p-i-n$ – структурани танладик.

$p-i-n$ – структурани яратиш учун одатда қуйидаги технологик методлардан фойдаланилади: эпитаксиаль-диффуз, иккитомонлама-эпитаксиаль ва иккитомонлама-диффуз методлари [7-9].

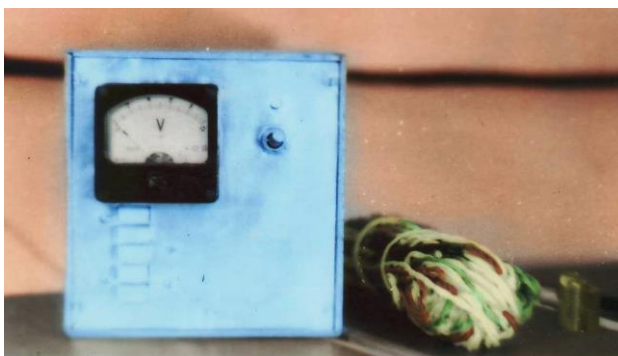
Фойдаланиладиган технология ва лигерловчи киришмалар типига боғлиқ ҳолда яримўтказгичли асбобларни тайёрлашда структураларда диодларни сифатини ва уларнинг натижавий характеристикаларини ёмонлаштирувчи турли дефектлар пайдо бўлади. Бундан ташқари $p-i-n$ – структурани яратиш учун эпитаксиаль ва диффуз технологияларда, юқори температурали технологиялардан фойдаланганда, чиқиш материали киришмалари фаоллашиши кузатилади, масалан Na атомлари тезроқ шаклланиш ҳолати, турли шаклдаги халқалар[8], макроскопик флуктациялар ҳосил қилиши мумкин. Бу эса катта эҳтимол билан 10^{13}см^{-2} [10-11] ўлчамдаги катта концентрацияларда йирик бир жинсли бўлмасликка ёки ҳолат зичлиги узайишига олиб келиши мумкин.

Агар бундай ҳолатларда тўлқин функцияси ёпиладиган бўлса, улар орасида эҳтимолли туннеллаштириш жараёни юзага келади. Юқори температураларда ҳаракат чегарасигача иссиқлик тулғаниши ҳам кузатилиши мумкин.

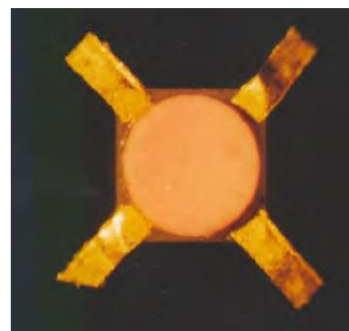
Қайд этиш лозим, 8-расмдаги боғланиш $p-i-n$ структура орқали $I_p=1 \text{ мА}$ ток ўтказилганда ва у занжирга ток стабиллашган ($I_p=\text{const}$) режимда уланганда олинган. 7-расмдан кўринадик, датчикнинг ишчи характеристикаси ҳам кремнийнинг солиштирма қаршилиги яъни $p-i-n$ - диоднинг база соҳасидаги жараёндан аниқланади. Кремний сарфи ρ камайиши билан датчик сезгирлиги ҳам камайиб боради. 2-расмда температура ўлчаш учун яратилган кўпканалли асбобнинг умумий кўриниши келтирилган. Термосезгир элементнинг умумий кўриниши 3-расмда берилган.



1-расм. солиштирма қаршилиги $\rho=6000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ (1-эгри чизик) и $3000 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ бўлган $\text{Si}(111)$ учун $p-i-n$ – ўтишда кучланиш тўғри тушумининг қиздириш температурасига боғлиқлиги (2).



2-расм. температурни ўлчаш учун кўп каналли асбоб.



3-расм. $p-i-n$ – ўтишли диод.

Шундай қилиб, юқорида келтирилган ион имплантацияли ва импульсли ИК куйдириш технологик режимлари қуйидаги параметрларга эга термодатчиклар олиш учун оптимал вариант ҳисобланади: температура ўзгариш диапазони: 20 дан 500 К гача. Барча диапазонларда $U_{np}=f(T)$ – боғланиш чизиқли: температура сезгирлиги $2,1 \text{ мВ} \cdot \text{К}^{-1}$ ни ташкил этади, ток истеъмоли 100 мкА дан 1 мА гач

Адабиётлар

1. Юлдашев Ю.Ю., Рысбаев А.С., Хужаниязов Ж.Б., Рахимов А.М. Способ изготовления полупроводникового термодатчика Патент РУз. № IAP 04779, 10.10.2013 г.
2. Абдурахманов Б.М., Алиев Р. и др. Влияние атомов щелочных металлов на процессы переноса заряда в поликристаллическом кремнии // Гелиотехника, 1998, № 4, с. 74-78.
3. Абдурахманов Б.М., Олимов Л.О. и др. Некоторые особенности формирования $p-n$ -структур на поликристаллическом кремнии при ионной имплантации щелочных металлов. // Гелиотехника, 1998, № 5, с. 78-83.
4. Abdurahmanov B.M., Drachuk I.V., Sopen V.I., Akbarov Sh.K. Photo receiver sand solar cell son the bas Si of silicon doped by deep impurities. // Uzbek journal of Physics, 2000, Vol. 2, № 1, P. 73-75.
5. Абдурахманов К.П., Витман Р.Ф., Гусева Н.Б., Куликов Г.С., Мелих Б.Т., Юсупова М.А. Влияние марганца и никеля на образование структурных дефектов в кремнии. // ФТП, 1996, № 3, с. 392.
6. Бахадыханов М.К., Зикриллаев Н.Ф., Тошев А.Р. Фотоприемник на основе сильнокомпенсированного кремния, легированного марганцем. // Гелиотехника, 2001, № 2, с. 2-11.
7. Мирзабаев М.М., Расулов К., Комилов А., Юсупова Р.Д. Определение рекомбинационных параметров гетероструктур на основе системы GaAs-AlGaAs-кремневых фотопреобразователей. /еднотехника, 2000, N 1, с. 91.
8. Di Maria D.J. Capture and release of electron and Na^+ - related trapping sites in the SiO_2 layer of metal oxide-semiconductor structures at temperature between 77 K and 296 K. J. Appl. Phys. 1981, Vol. 52, P. 7251.
9. Harstein A. and Fowler A.B. High temperature variable range hopping conductivity in silicon inversion layers. // J. Phys. 1975, Vol. 8, P. 249.

10. Bottoms W.R. and Gurerman D. Electron beam probe studies of semiconductor - insulator interfaces. // 1. Vac. Scie and Technol. 1974, Vol.11, P. 965.
11. Rysbaev A.S., Normurodov M.T., Nasriddinov S.S. О возможности получения термочувствительных структур имплантацией ионов в кремний.// Радиотехника и электроника, 2001, Том 46, № 9, с. 1148 1150.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2$ НА ПОВЕРХНОСТИ КРЕМНИЯ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОГО НАПЫЛЕНИЯ

**М.Т. Нормурадов¹, Б.Е. Умирзаков², И.Р. Бекпулатов^{2,*}, И.Х. Турапов²,
Ш.К. Солиева²**

¹Каршинский государственный университет, 180103, ул. Кучабог 17,
город Карши, Узбекистан

²Ташкентский государственный технический университет,
Ташкент, 100095, Узбекистан

* e-mail: bekpulatov85@rambler.ru

Целью данного тезис является изучение закономерностей формирования нанопленок CoSi_2 на поверхности SiO_2/Si (111), при лазерном напылении и определение ее зонной структуры и оптических свойств [1].

Пленка CoSi_2 на поверхности SiO_2/Si (111) очищалась при комнатной температуре с использованием твердотельного импульсного лазера ЛТИ-403. Полученную гетеросистему $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ (111) нагревали при 900 К в течение 1 ч и медленно охлаждали. После нагрева систему $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ (111) подвергали рентгеновскому просвечиванию на SHIMADZU XRD-6100. Толщину пленки CoSi_2 определяли на приборе Hitachi SU8230 SEM. Ширина запрещенной зоны и значение коэффициентов отражения и поглощения света пленки измерялись на высокоточном спектрометре HR-4000. При импульсном лазерном напылении вращательное движение мишени и подложки вокруг оси обеспечивает равномерное распределение атомов Co и Si по поверхности и она находится в аморфном состоянии. Нагрев этой системы при температуре 900 К в течении 1 ч. и при медленном охлаждении формировалась поликристаллическая пленка CoSi_2 . Результаты рентгеноструктурного анализа показали, что структура кристалла кубическая и период решетки $a = 5.3560 \text{ \AA}$, плотность 4.976 г/см^3 , что практически совпадают с результатами литератур [2]. Растрирующим электронным микроскопом была определена толщина поперечного сечения сформированной поликристаллической пленки $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ (111), которая, как можно видеть из рис. 1, состоит из поликристаллической пленки CoSi_2 толщиной 32.7 нм и пленки SiO_2 толщиной 33.7 нм.

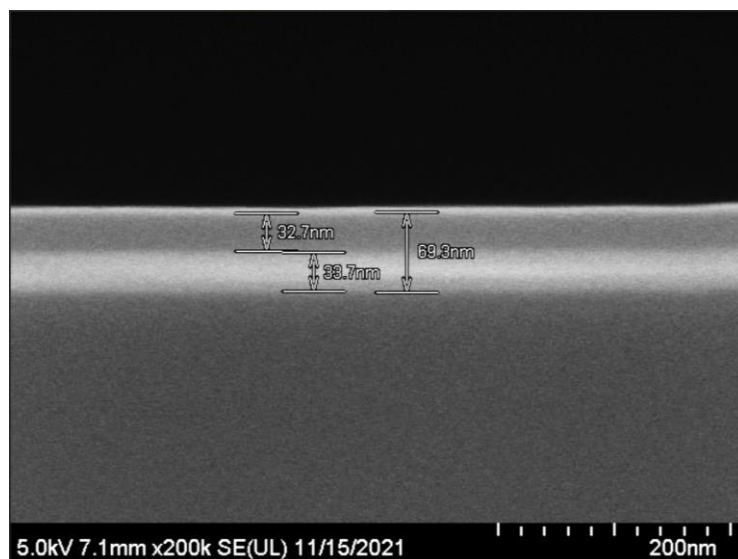


Рисунок 1. Толщина CoSi_2 и SiO_2 в поликристаллической пленке $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}(111)$ в устройстве СЭМ.

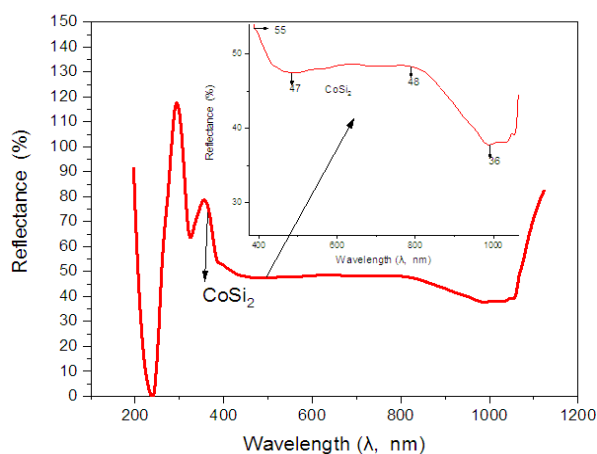


Рисунок 2. Коэффициент отражения света поликристаллической пленкой $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$

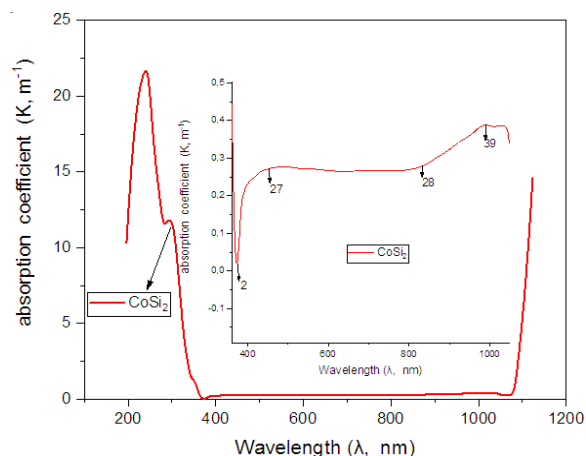


Рисунок 3. Коэффициент светопоглощения поликристаллической пленкой $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$.

Видно, что коэффициент отражения света при длине волны 386 нм составляет 55 %, при 388-796 нм снижается до 47 %, а при 796-989 нм до 36 %.

При длине волны 376-463 нм коэффициент поглощения колеблется в пределах 27 %. В диапазоне длин волн 463-837 нм поглощение света увеличивается до 28 %, а в диапазоне длин волн 837-986 нм 39 %. Из рисунков 2 и 3 также видно, что сформированная пленка $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ обладает высокой чувствительностью в видимой и ИК-областях.

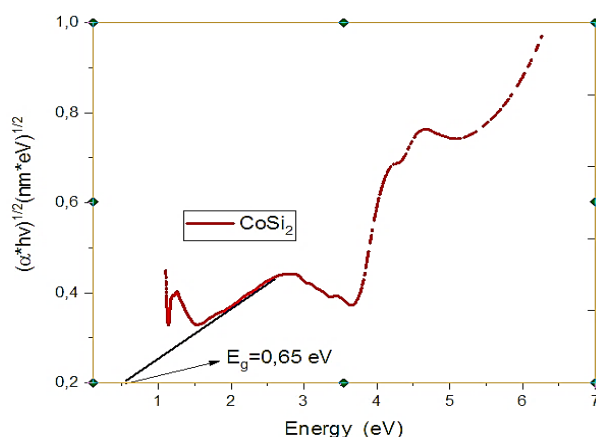


Рисунок 4. Ширина запрещенной зоны поликристаллической пленки $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$.

На рисунке 4 α - коэффициент поглощения, $h\nu$ - энергия фотона, λ - длина волны света. На основе зависимости энергии фотонов поглощения поликристаллической пленкой $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ от энергии падающих фотонов с использованием функции “Kubelka – Munk” было установлено, что ширина запрещенной зоны составляет 0.65 эВ.

Впервые с использованием метода лазерного напыления получены наноразмерные пленки CoSi_2 на поверхности SiO_2/Si (111). Анализ результатов зависимости коэффициентов поглощения и отражения света поликристаллической пленкой CoSi_2 от длины волны показал, что она обладает высокой чувствительностью в видимой и ИК-областях, что может использоваться в нанoeлектронных устройствах, работающих в этих диапазонах. Ширина запрещенной зоны поликристаллической пленки $\text{CoSi}_2/\text{SiO}_2/\text{Si}$ оказалась равной 0,65 эВ.

Литература

1. Симонов А.А., Камардин А.И., Игамов Б.Д., Турапов И.Х.// 14-я Международная конференция «Взаимодействие излучений с твердым телом», 21-24 сентября 2021 г., Минск, Беларусь. с. 589-592.
2. Cheng F., Jiang Ch., Wu J. //Materials Transactions, Vol. 45, No. 7 (2004) p. 2471-2473.

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ ПОКРЫТИЙ СИЛИЦИДОВ МЕТАЛЛОВ МЕТОДАМИ ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО И ИОННО-ЛУЧЕВО ОБУЧЕНИЮ.

Д.А.Нормуродов, С. Эшбобоев, И. Дониёрова, А. Кодиров

¹Каршинский государственный университет, 180103, ул. Кучабог 17, город Карши, Узбекистан

Тонких пленки силицидов металлов, являющиеся узко зонными полупроводниками, представляют собой весьма перспективный материал для создания электрических термодатчиков. В данной работе исследована

возможность получения тонко пленочных покрытий из силицидов Mn и Ba методами магнетронного распыления и ионной имплантации с изохронного отжигами.

Получены тонкопленочные покрытия силицидов металлов на различных подложках, исследованы их электрические и оптические параметры. Определена зависимость свойств тонкопленочных покрытий от условий нанесения покрытий.

Введение

Многие исследовательские научные центры по всему миру в настоящее время приводят исследования по созданию экологически чистых и недорогих источников энергии. В связи с этим были достигнуты большие количества результатов по преобразованию энергии ветра, света и тепла в электрическую энергию, что привело к увеличению КПД генерируемых фотоэлектрических и термоэлектрических элементов [1,2].

Среди тонких материалов нам более перспективной является пленка из высшего силицида марганца (VCM) термоэлектрическая эффективность которой может достигать 0,4 в диапазоне температур 2 – 700 °C [3].

Тонкая пленка Mn_4Si_7 может быть использована в качестве термоэлемента и показывает возможность создания наноструктур с высокими тепловыми свойствами на основе фундаментальных исследований размерных физических свойств, квантовых эффектов, размерных факторов.

Результаты и их обсуждение.

В данной работе приводятся сведения о пленке Mn_4Si_7 , сформированной методом магнетронного распыления и ее термоэлектрических свойствах. Перед формированием тонких пленок VCM подложку SiO_2/Si очищали двумя способами:

1. Очистка поверхности кремниевых пластин SiO_2/Si ($d=60$ мм) в переклеено – аммиачной смеси при температуре 60-70°C, промывка в деминерализованной воде, сушка на центрифуге;

2. Вакуумная обработка (зачистка) поверхности групповой пластины (2-4 шт) потоком плазмы аргона на EPOS-PVD-DESK-PRO. Поток плазмы создает источник ионов с холодным катодом при напряжении 2-3 кВ и токе до 100 мА в потоке в течение 3-5 минут на вращающуюся оснастку пластинами.

Пленка VCM формировалась с помощью аппарата пленочного магнетронного напыления EPOS-PVD-DESK-PRO, при давлении 10^{-4} Па и комнатной температуре. Чистота используемого в качестве мишени Mn_4Si_7 составляла 99,5 %, диаметром 76 мм, толщина 6 мм. Перед размещением мишени, на магнетрон их состав и структура исследовались сканирующим электронным микроскопом Quanta 200 3D голландской фирмы FET.

Тонкая пленка Mn_4Si_7 сформированная методом магнетронного распыления, до термического нагрева находится в аморфном состоянии. Атомы кремния и марганца нанесенные на оксид кремния, практически полностью покрывают основу. В результате экспериментов с аморфной пленкой мы видим, что пленка обладает металлическими свойствами. В аморфном состоянии

сопротивлении пленки больше сопротивления в поликристаллическом состоянии.

Это связано с тем, что связь между атомами марганца и кремния очень слабая и на участках поверхности, которые не полностью покрыты, имеются точечные дефекты на поверхности исчезают, атомы марганца и кремния образуют связь и полученная структура обладает полупроводниковыми свойствами.

Для определения оптимального режима формирования пленки высшего силицида марганца необходимо провести ее испытания при различной толщине и при различных температурах.

Для доведения образовавшейся пленки до состояния поликристаллического силицида требуется дальнейшая термообработка. Для дальнейшей термической обработки аморфную пленку, т.е. пленку высшего силицида марганца, нагревают в течение 2 часов при температуре $T = 500\text{ }^{\circ}\text{C}$ под давлением 10^{-6} Па и формируют поликристаллическую пленку Mn_4Si_7 .

Тонкие пленки бария и его силицидов, сформированные на поверхности и при поверхности монокристаллического кремния, представляют собой полупроводники с узкой шириной запрещенной зоны.

В целом, силицид бария является перспективным материалом для установления закономерностей формирования межфазовых границ металла/полупроводник и их свойства. Практические стороны важны для применения в современной микро и нанoeлектронике и других сферах. Создание новых приборов на основе тонких силицидов бария требует, детального знания механизма их роста, на начальных реакций в системе Ba/Si при высоких температурах. Электрические и оптические свойства пленок BaSi, и BaSi₂ в значительной мере зависят от методов ее получения и от ее стехиометрии.

Свойства термо и тензопреобразователя, созданных в виде тонких слоев или пленок силицидов, зависит от структуры материала, на который происходит осаждение: аморфной или поликристаллической и др., а также весьма чувствительна для осаждения тонких пленок используемые методы нанесения этих пленок.

Ионно-лучевой синтез основан на получения тонких пленок с применением ионной имплантации. В отличие от других ионно-плазменных методов при получении пленок ионно-лучевым способом, энергии внедряемых ионов достаточно велики от десятков кэВ, до единиц --- эВ. При этом доза внедряемых ионов более 10^{16} ион. см^{-2} , готовая концентрация имплантированных атомов была достаточной для формирования необходимого количества новой фазы.

Для кристаллизации и улучшения структуры синтезируемого соединения или для проведения последующих химических реакций дополнительно используются термический или лазерный и другие виды отжига.

В работе приводятся основные оптические и электронные характеристики полученных силицидных пленок.

Литература

1. Грачев В.И., Морголин В.И., Тушин В.А. Резонансных явления при магнетронном напылении металлических нано пленок в локальном поле на подложке//РЭНСИТ, 2014, С18-29.
2. Deng T., Xu Zh., Yamashita Y. Salot., Toko K., Suemasu T. Modeling the effects of defect parameters on the permance of a p-BaSi2/ n-Si heterojunction solar cellu Solar Energy Materials solar Cells. 2005(2020) 110244. Doi: org/10.1016/j.solmat.2009.110244.
3. Saleemi M., Famengo A., Fiameni S., Toprak M. Thermoelectric pertormance of higher manganese silicide nanocomposites//Journal of Alloys and Compounds.2015,619,P.31-37. Doi:10.1016/j.jallceem.2014.09.016.
4. Гомаюнова М.В., Гребенюк Г.С. и др. Формирование силицидов марганца на поверхности Si(111) 7x7.2015.ф.т.т., Т.57, N÷3. С.609-615.

СВОЙСТВА ПЛЕНОК Sb_2Se_3 , ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ИСТОЧНИКА

Т.М. Разыков¹, А.Х. Шукуров^{2,*}, У.К. Макманов²

¹Физико-технический институт НПО «Физика-Солнце» Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, 100084 Узбекистан

²Институт ионно-плазменных и лазерных технологий Академии наук Узбекистана, ул. Дурмон Йули, 33, 100125 Ташкент, Узбекистан
a_shukurov@yahoo.com

В настоящее время лидирующими материалами в мировом рынке фотовольтаических устройств являются: кремний, обеспечивающий эффективность преобразования солнечной энергии 25%, $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ – 22,6% [1,2] и CdTe – 22.1% [3,4].

Несмотря на широкое применение вышеупомянутых материалов, имеются существенные ограничения их использования в мировом производстве фотовольтаических модулей. Основным недостатком солнечных элементов на основе Si является то, что кремний не обладает оптимальной шириной запрещенной зоны (1,1 эВ) и имеет низкий коэффициент поглощения ($\sim 10^2 \text{ см}^{-1}$), что увеличивает затраты на материал, так как требуется использовать материал толщиной 100-200 мкм [5]. Широкомасштабное применение тонкопленочных солнечных элементов на основе $\text{Cu}(\text{In,Ga})\text{Se}_2$ и CdTe сдерживается из-за ограниченности в земной коре компонентов (химических элементов) In, Ga, Te, входящих в их состав, а также токсичностью кадмия (Cd) [6].

Поэтому, в последнее время многие научные центры и лаборатории мира, занимающиеся над разработкой и исследованием солнечных элементов, ищут замену вышеуказанным дорогостоящим материалам, таким как: In, Ga, Sb и Se.

В настоящей работе было исследовано структурное состояние пленок, полученных методом химического молекулярно-пучкового осаждения (ХМПО)

при различных температурах источника Sb_2Se_3 в потоке водорода в нормальном атмосферном давлении. Изучены составы пленок Sb_2Se_3 в зависимости от температуры источника. Для чего в технологический процесс осаждения проводился при температурах источника Sb_2Se_3 700 °C, 800 °C и 900 °C, так как температура плавления Sb_2Se_3 составляет 611 °C, а температура подложки поддерживалась постоянной при 500 °C. Поскольку температура источника больше температуры плавления Sb_2Se_3 , то последний разделяется на молекулы Sb, SbSe и Se. Были проанализированы составы пленок, конденсированных на стеклянных подложках.

Рентгеновские исследования образцов выполнялись на рентгеновском дифрактометре «Panalytical Empyrean» с Cu трубкой ($K_{\alpha}1 = 1.5406 \text{ \AA}$). Измерения проводились при комнатной температуре в интервале углов 2θ от 10° до 80° в режиме пошагового сканирования с шагом 0.02 градуса и временем накопления сигнала в точке 5с, результаты которых приведены на рис.1, рис.2 и рис.3. Из рис.1, рис.2 и рис.3 видно, что процентный состав молекул соединения Sb_2Se_3 , конденсирующихся на подложку зависит от температуры источника.

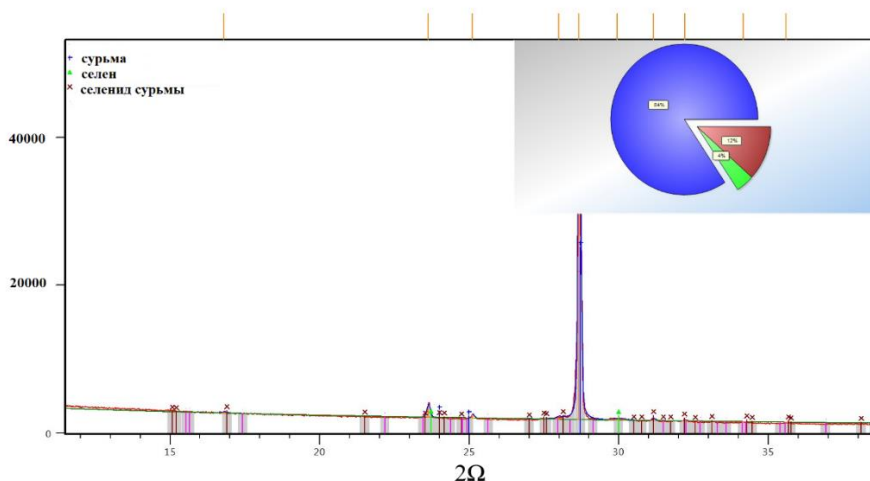


Рис.1. Состав пленок, полученных при температуре источника $T=900 \text{ }^\circ\text{C}$.

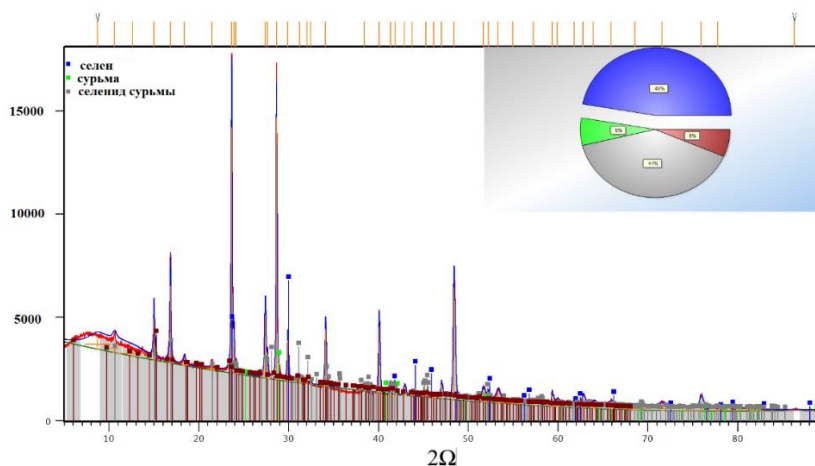


Рис.2. Состав пленок, полученных при температуре источника $T=800 \text{ }^\circ\text{C}$.

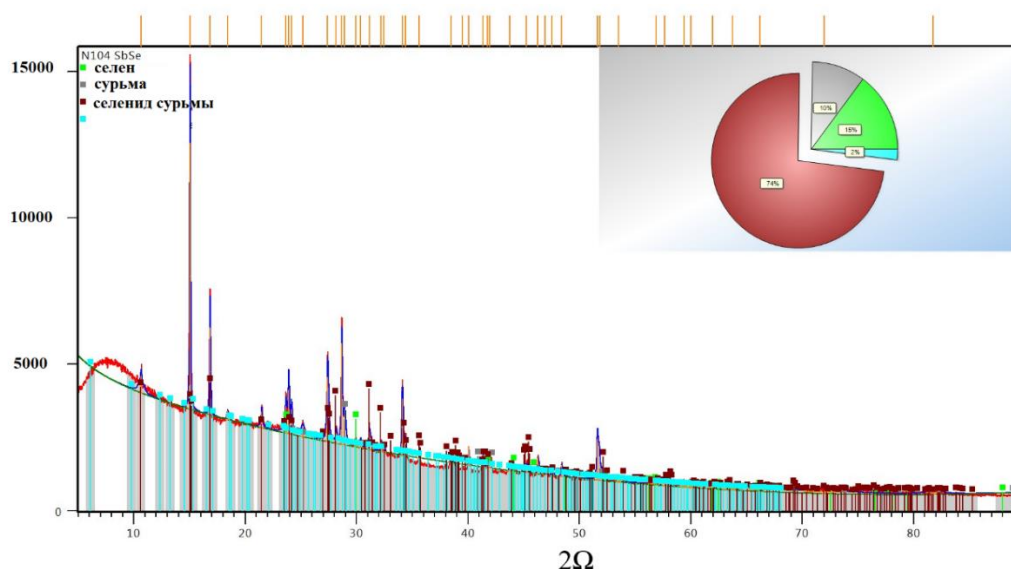


Рис.3. Состав пленок, полученных при температуре источника $T=700\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 1.

Соотношение соединения пленок при различных температурах источника

№	Sb_2Se_3 , %	Sb, %	Se, %
700 °C	74	16	10
800 °C	41	11	48
900 °C	12	84	4

Таким образом, нами было показано влияние температуры источника Sb_2Se_3 на структурные свойства пленок Sb_2Se_3 . Результаты энергодисперсионного элементного анализа и рентгеноструктурные снимки показали, что: 1) при высоких температурах источника (900 °C) состав пленки соединения Sb_2Se_3 будет обогащенным по Sb; 2) при температурах источника 700 °C, в составе пленки соединения Sb_2Se_3 наблюдается высокий процент Se, что эффективно влияет на электрофизические характеристики пленок соединения Sb_2Se_3 с точки зрения применения их в тонкопленочных солнечных элементах.

Литература

1. Repins I, Contreras M. A, Egas B, , et. al. 19,9%-efficient ZnO/CdS/CuInGaSe₂ solar cell with 81,2% fill factor. Progress in Photovoltaics: Research and Applications 2008; 16: 235–239.
2. Dr. Takuya Kato. **Recent research progress of high-efficiency CIGS solar cell in Solar Frontier** Solar Frontier (JPN), 7th International Workshop on CIGS Solar Cell Technology (IW-CIGSTech 7), 20 - 24 June 2016, ICM - International Congress Center Munich, Germany.
3. Wu X, Keane J. C, Dhere R. G, , et. al. 16.5%- efficient CdS/CdTe polycrystalline thin-film solar cell. Proceedings of the 17th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Munich, 22–26 October 2001, 995–1000.

4. First Solar Sets Record for CdTe Solar PV Efficiency, 2016, <http://solarbuzz.com/industry-news/first-solar-sets-record-cdte-solar-pv-efficiency>.
5. T. M. R a z y k o v, C. S. F e r e k I d e s, et al. Solar photovoltaic electricity: Current status and future prospects, Solar Energy. 85 (2011) 1580–1608.
6. N e e l k a n t h G. D h e r e. Scale-up issues of CIGS thin film PV modules. Solar Energy Materials and Solar Cells Volume 95, Issue 1, January 2011, Pages 277–280.

IMIDAKLOPRIDNING SIRTIY IONLASHUV QONUNIYATLARINI TEKSHIRISH

Sh.M. Axmedov, Sh.Dj. Axunov, D.T. Usmanov

Ion-plazma va lazer texnologiyalari institute,
O‘zR FA, Toshkent, O‘zbekiston, email: sherzod_in@mail.ru

Atrof - muhit ifloslanishining eng muhim manbalaridan biri bu oziq-ovqat mahsulotlari, qishloq xo'jaligida turli zararli organizmlar va o'simliklar bilan kurashish uchun ishlatiladigan kimyoviy preparatlar pestitsidlardir. Pestitsidlar ta'biy sharoitda migratsiya qilish, oziq-ovqatda to'planish va atrof muhitning turli ob'ektlarida (suv, tuproq, atmosfera havosi) uzoq vaqt qolish qobiliyatiga ega.

Oziq - ovqat zanjirlarida pestitsidlarning to'planishini o'rganish, shuningdek mahsulot sifatini nazorat qilish pestitsid qoldiqlari va ularning metabolitlari tarkibidagi tahliliy ma'lumotlarni asoslash dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Bugungi kunda bu kabi muammolarni ionlashtirish usullari yordamida samarali hal qilish mumkin. Ionlashtirish usullari orasida sirtiy ionlashuv hodisaga asoslangan, azot asosli organik birikmalariga yuqori sezuvchanligi va selektivligi bilan ajralib turadigan metod bu: sirtiy ionlashuv (SI) metodi hisoblanadi. Ushbu metoddan foydalanib yuqoridagi muammolarga javob beradigan moddalarning iz miqdorini aniqlashning samarali SI usullarini ishlab chiqish uchun muhim qadam bu modda molekulalarining SI qonuniyatlarini aniqlashdir.

Shu munosabat bilan, bu ishda biz zararli hasharotlarni yo'q qilishga mo'ljallangan kimyoviy preparat imidaklopid($C_9H_{10}ClN_5O_2$) ning SI molekulalarining muntazamligini tekshirdik. Tadqiqot SI usulida ishlashga moslashtirilgan MI-1201B statik magnit mass-spektrometrda olib borildi. SI mass-spektrlari, ion toklarining haroratga bog'liqligi ko'rildi. Qizdirilgan emitter yuzasida molekulalarning adsorbsiyasi sxemalari va qizdirilgan emitterning yuzasidan chiqib ketgandan so'ng termal qo'zg'algan ionlarning monomolekulyar parchalanish mexanizmi va shuningdek, imidaklopidning E_{sub} sublimatsiya issiqlik energiyasi taxmin qilindi.

Adabiyotlar

1. Б.Ш.Касимов, Ш.Дж.Ахунов, Ш.М. Ахмедов, Д.Т.Усманов.// Узбекский физический журнал, Том 23, №1, С.75-81, Январь-Март 2021.

SiO₂ VA Mn₄Si₇ PLYONKALARINING INFRAQIZIL NURLANISH SPEKTRI

M.T. Normuradov, Q.T.Dovranov, X.T.Davronov, M. Davlatov

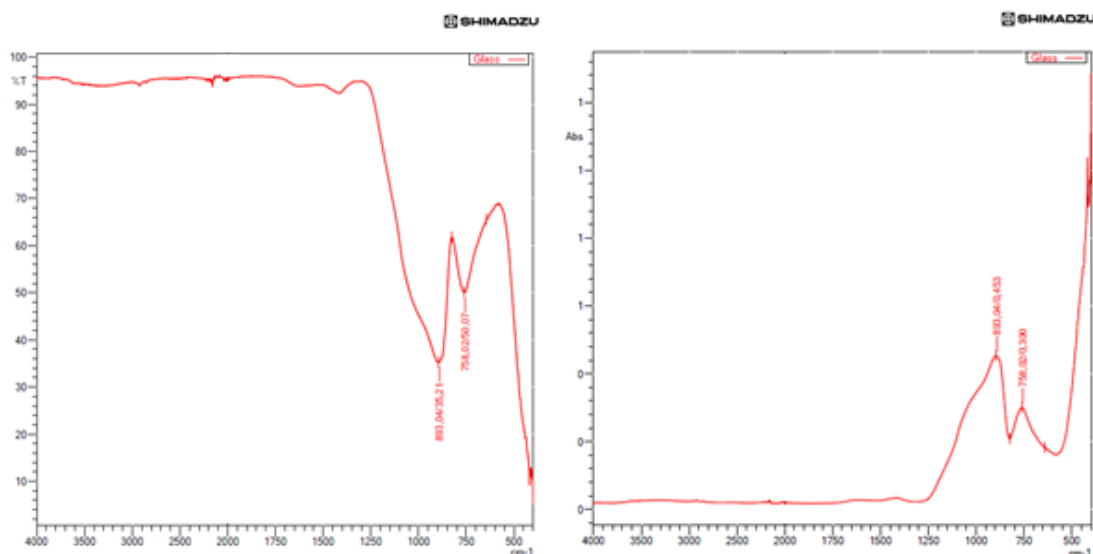
Qarshi davlat universiteti. quvondiqdavronm@gmail.com

IK Furre spektrofotometri ishonchli, ixcham va ishlatish uchun qulay qurilma, keng ko'lamli gazlar va qattiq namunalar, suyuqliklarning sifat va miqdoriy tahlilini o'tkazib beradi. Michelson interferometri elementlarni dinamik raqamli tekislash tizimiga ega, signal va shovqin nisbati 30,000: 1 (KRS-5 uchun, 4 sm⁻¹, 1 min, 2100 sm⁻¹) ga teng. Tezkor LabSolutions IR dasturi, shu jumladan ixtisoslashtirilgan dasturlar "Tahlil aralashmalar" va "Moddalarni aniqlash", ma'lumotlarni tahlil qilish va qayta ishlash tizimlari bilan boyitilgan [1].

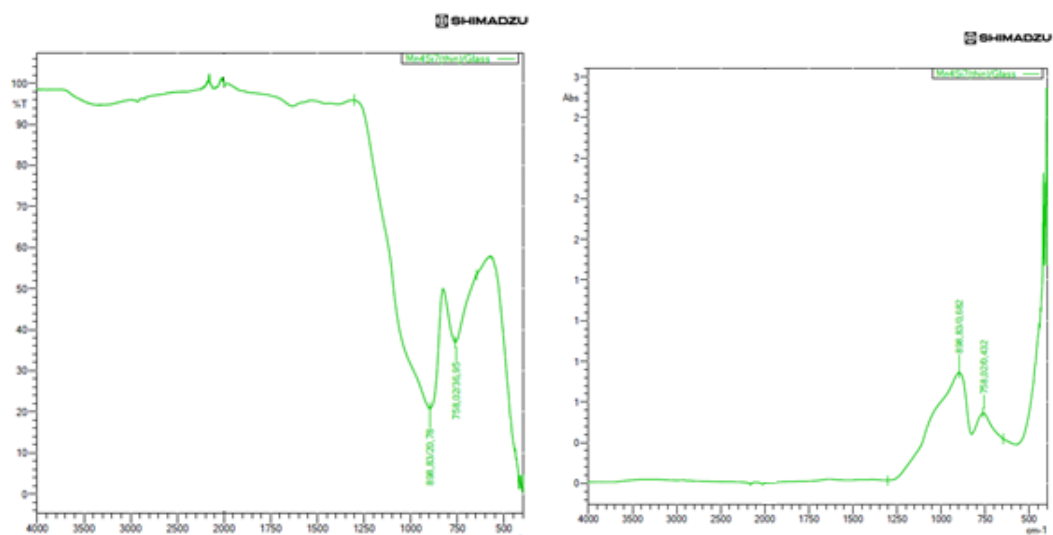
FT-IR spektrometrlari zamonaviy analitikning turli xil muammolarini hal qilish uchun ishlatiladi. Sifatli tahlil, yupqa plyonkalar, yupqa plyonkalarining qalinligi tekshirishga mo'ljallangan.

IQ spektroskopiya texnikasi qattiq holatdagi nanomateriallarning strukturaviy va optik xususiyatlarini aniqlash uchun o'lchovlarni amalga oshirishga imkon beradi. Infraqizil Furre spektrometrlari dispersiv elementlardan foydalangan holda optik spektrlarni qayd qilishning an'anaviy sxemalarini amalga oshiradigan spektral qurilmalar bilan solishtirganda spektral o'lchamlari, tezligi, yorqinligi va natijada axborot mazmunida muhim afzalliklarga ega[2].

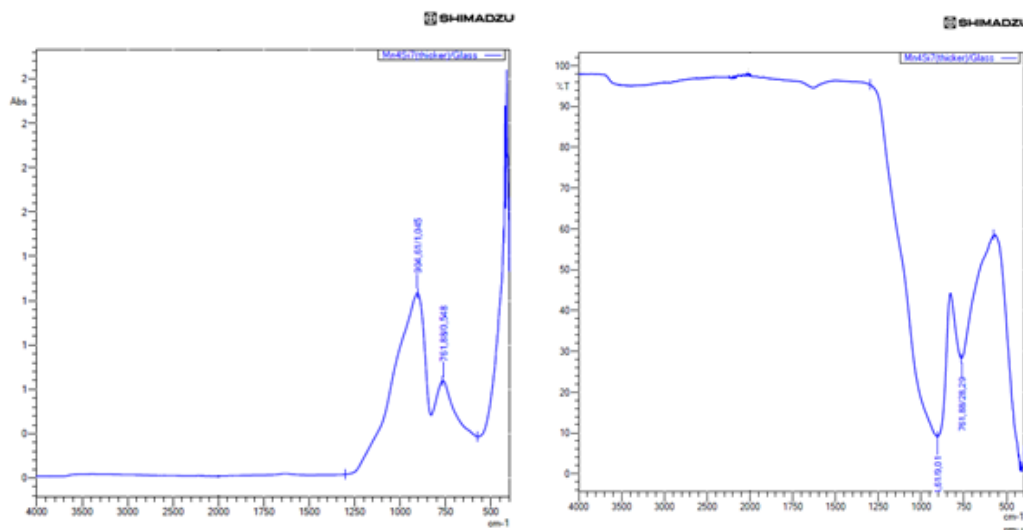
IR tracer – 100 qurilmasida Happ-Genzel usulida olingan yutilish va o'tkazish spektrlari 1-rasmda keltirilgan. Dastlabki natijalarni toza SiO₂ plyonkasida o'tkazildi. Shishaning nur o'tkazuvchanligi va nur yutilishi adabiyotlar bilan tahlil qilindi. Asosiy cho'qqilar nur o'tkazuvchanlikning 893.04 sm⁻¹ to'lqin sonida 35,21 % o'tkazuvchanlikga ega bo'ldi. To'lqin soni 758 sm⁻¹ da esa 50 % o'tkazuvchanlikga ega bo'ldi. Yutilish spektrida 11197.7 nm to'lqin uzunligida 45,3 % nur yutilishiga to'g'ri kelyabdi. 13192.6 nm to'lqin uzunligidagi yutilish 30 % ni tashkil etdi. Demak aynash shu cho'qqilarda Si va OH guruhining valent tebranishlarini mavjudligi takidlashimiz mumkin.



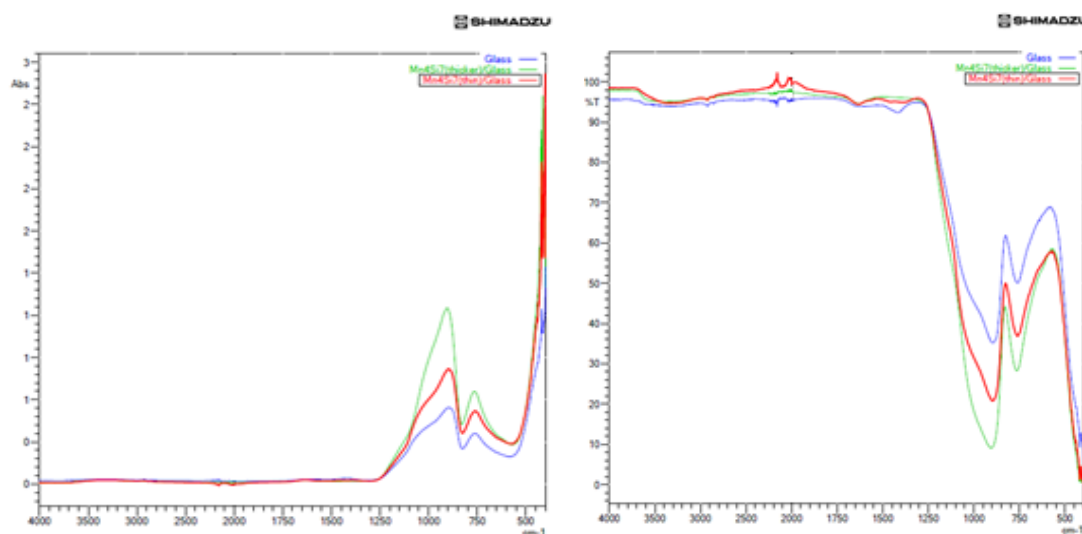
1-rasm. SiO₂ plyonkasining infraqizil nurlanish o'tkazish va yutilish spektrlari



2-rasm. 650 Å⁰ qalinlikdagi Mn₄Si₇ plyonkasining IQ o‘tkazish va yutilish spektrlari



3-rasm. 1000 Å⁰ qalinlikdagi Mn₄Si₇ plyonkasining IQ o‘tkazish va yutilish spektrlari



4-rasm. Toza shisha ustiga magnetron changlatish usulida olingan har xil qalinlikdagi Mn₄Si₇ yupqa plyonkalarining o‘tkazish va yutilish spektrlari

Adabiyotlar

1. M.T. Normuradov, Q.T. Dovranov, X.T. Davronov. QarDU xabarları. №(4/1)54.C.27-31
2. А.И. Ефимова. Инфракрасная спектроскопия наноструктурированных полупроводников и диэлектриков. СПЕЦИАЛЬНЫМ ФИЗИЧЕСКИМ ПРАКТИКУМ. Москва, 2014.С: 41.

НЕУПРУГИЕ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ПРИ МАЛОУГЛОВОМ РАССЕЯНИИ ИОНОВ Ne^+ С ПОВЕРХНОСТЬЮ SiO_2 (001)<110> ПРИ СКОЛЬЗЯЩИХ УГЛАХ ПАДЕНИЙ

А.Аширов¹, Ф.Матчанова¹, Х.Каримов¹, У.О.Кутлиев¹, Д.Д. Матякубов²

¹ Ургенчский государственный университет, uchkunk@mail.ru

² Ургенчский филиал ТУИТ, uchkunk@mail.ru

Изучения неупругие потери энергии при взаимодействии ионов с поверхностью твёрдого тела представляет большой интерес. Неупругие потери энергии возникают в результате взаимодействия атомов, движущихся в твердом теле, с атомами и электронами мишени[1]. Обычно неупругие потери энергии при взаимодействии с электронным газом твердого тела образуется за счёт энергии, когда ион рассеивается непрерывно вдоль траектории атома в твердом теле. Как правило, неупругие потери энергии составляют лишь несколько процентов от суммарных потерь. Основные потери энергии налетающей частицы связаны с упругим взаимодействием ядер сталкивающихся частиц. Анализ величин неупругих потерь в столкновениях ионов килоэлектрон-вольтных значений энергии с поверхностью твердого тела, выяснение механизмов возникновения неупругих потерь интересны как с фундаментальной, так и прикладной точек зрения. Эти сведения важны при изучении взаимодействия плазмы с поверхностью твердого тела, при модификации материалов под действием ионного облучения, а также для правильной интерпретации экспериментальных данных, полученных при анализе поверхности различными методами[2].

При теоретическом описании спектроскопии рассеяния ионов используется метод приближении парных столкновений. Результаты, полученные с помощью этого метода очень хорошо согласуются с экспериментальными результатами. Основное предположение приближения бинарных столкновений состоит в том, что взаимодействия энергичных частиц могут быть разделены на серию отдельных столкновений двух тел. Такое разделение требует, чтобы изменения относительной энергии взаимодействующих атомов были ограничены к непосредственной близости от атомов мишени, так что отклонение частиц совершается в масштабе меньшем, чем межатомные расстояния в кристалле. Энергичные частицы, помимо потери энергии при рассеянии на атомах мишени, теряют энергию и за счет возбуждения электронов как среды, так и самих частиц.

Если такие потери зависят от кинетической энергии частицы и пройденного расстояния, но не зависят от конкретного окружения участка траектории, их называют «нелокальными» неупругими потерями[3].

Нами изучена неупругие потери энергии рассеянных ионов Ne^+ с поверхностью $\text{SiO}_2(001)<110>$ при скользящих углах падения с начальной энергией до 5 кэВ.

На рис.3.1 представлена зависимость неупругие потерь энергии от прицельной точки падения иона Ne^+ на поверхность $\text{SiO}_2(001)<110>$ при начальной энергии $E_0=1$ кэВ. Расчёты получены для углов падения $\psi=1^\circ, 3^\circ, 5^\circ, 7^\circ, 9^\circ$ и 11° . Из рисунки видно, что при угле падения $\psi=1^\circ$ так как угол падения является очень маленьким неупругие потери энергии наблюдаются только при рассеянии ионов с атомной цепочки (атомы Al) и от дна полуканала (атомы Al). Это связано с тем, что при малых энергиях падающие ионы попадают на поле атомов, расположенных верхней и нижней части полканала. В этом случае самый интенсивный пик наблюдается при угле скольжения $\psi=5^\circ$. Наши расчёты показали, что в этом значении угла скольжения уменьшается прицельный параметр падающего иона. Из графика видно, что на самой середине стенки полукнала наблюдается уменьшения значения неупругих потерь энергии во всех значениях угла скольжения. Это связано с тем, что в этой значении точки прицеливания находится атом кислорода ($L=1,25\text{\AA}$) и значения упругих потерь энергии имеет наибольшее значения вокруг этого атома. А также до и после атома кислорода появилось области, которые имеют уменьшения значения неупругих потерь энергии. Эти области имеют наибольшие дапозоны при значениях $\psi=5^\circ - 11^\circ$.

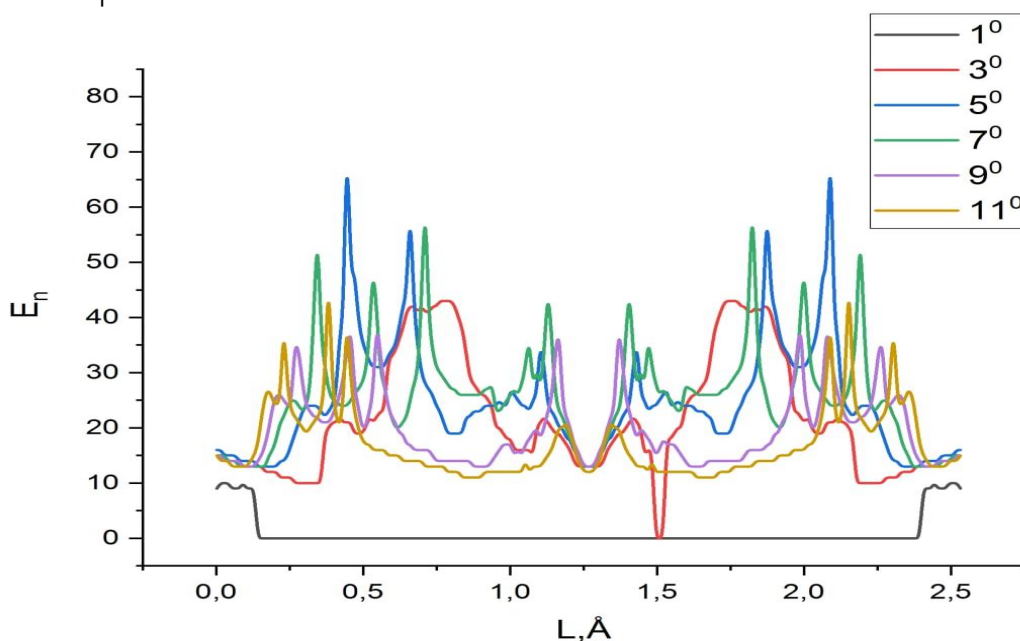


Рис.1. Зависимость неупругие потерь энергии от прицельной точки падения иона Ne^+ на поверхность $\text{SiO}_2(001)<110>$ при начальной энергии $E_0=1$ кэВ и $\psi=1^\circ, 3^\circ, 5^\circ, 7^\circ, 9^\circ$ и 11° .

Полученные результаты показали, что при малоугловом рассеянии ионов можно установить места нахождения атомов полуканала, которые образуются на поверхности многокомпонентных пленок.

Литература

1. Parilis E S, Kishinevsky L M, Turaev N Yu, Baklitzky B E, Umarov F F, Verleger V.Kh, Nizhnaya S L, Bitensky I S, Atomic collisions on solid surfaces. (North-Holland, Amsterdam, 1993).
2. Mashkova E.S and Molchanov V. Medium-Energy Ion Reflection from Solids, Amsterdam: North-Holland, 1985.
3. Umarov F.F, Parilis E.S and Dzhurakhalov A.A. 1993, Vacuum, 44, 889.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПЫЛЕНИЯ ПЛЁНКИ ЛЬДА, ПОКРЫТОЙ НА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ПРИ БОМБАРИРОВКЕ ИОНАМИ Ar^+

К.У.Отабаева, М.К.Каримов, Ш.Аскарова, П.Давлатова, У.О.Кутлиев
Ургенчский государственный университет, uchkunk@mail.ru

В настоящее время экспериментальные результаты по распылению плёнки льда, покрытой металлическими поверхностями. Необходимо отметить, что в данный момент нет достаточных результатов по исследованию распыления пленок льда при малых энергиях бомбардирующих частиц, особенно результаты, полученные методом молекулярной динамики. В работе [1] экспериментально получен масс-спектр распылённых молекулярных кластеров воды и их разложения.

В этой работе использован метод молекулярной динамики для исследования распыления плёнки льда, покрытой на металлической поверхности. Молекулярная динамика (МД) - это техника компьютерного моделирования, позволяющая проследить эволюцию системы взаимодействующих атомов во времени с помощью интегрирования уравнений движения. Несомненным преимуществом метода МД является возможность моделирования системы при заданной температуре или при заданных скоростях атомов (ионов) с достаточно высокой скоростью расчета[2].

В настоящее время МД применяется в квантовой химии и физике твердого тела.

На рис 1. показано визуальный процесс бомбардировки поверхности $\text{Au}(111)$ покрытый двумя слоями молекул воды ионами Ar^+ . Для визуального просмотра этого процесса была использована программа VMD. Данный процесс бомбардировки происходит при нормальном падении иона с начальной энергией $E_0=400$ эВ на поверхности твердого тела. В этом случае продолжительность бомбардировки равен $t=5$ пикосекунд.

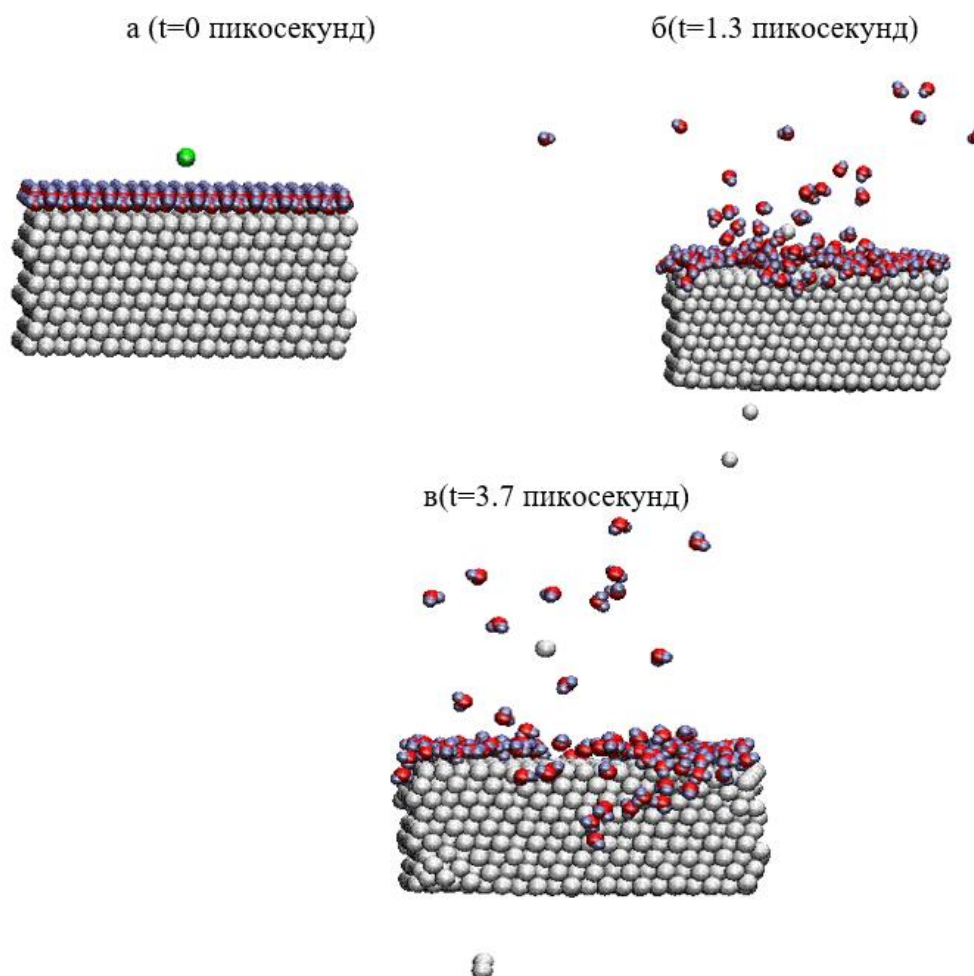


Рис. 1. Процесс бомбардировки поверхности Au(111) покрытой двумя слоями молекул воды ионами Ag^+ при $E_0=400\text{эВ}$

Сущность первого изображения состоит в том, что здесь (рис.1а) представлено исходное положение падающего иона на поверхность твердого тела покрытого молекулами воды. Второе изображение (рис.1б) даёт четкое представление о состоянии выше указанной поверхности непосредственно во время бомбардировки ($t=1.3$ пикосекунд). Видно, что молекулы воды, расположенных на поверхности кристалла распыляются не только в виде отдельных молекул, но также и в виде кластера. Следует отметить, что атомы Au расположенные в нижней части кристалла покидают его, получая энергию от своих соседних атомов. В то время как атомы Au расположенные на верхней части кристалла распыляются с молекулами воды. При падении бомбардирующего иона на поверхность образуется площадка, полностью очищенная от молекул воды. Это свидетельствует о том, что молекулы воды некоторое время покидают полностью этот участок кристалла, либо перемещаются в разных направлениях. Это свидетельствует о том, что эта часть поверхности некоторое время будет, состоят только из атомов Au. Данное изображение отчетливо показывает, что та часть плёнки воды, которая расположена близко к краям поверхности твердого тела двигаясь, образует длинную цепочку молекул, движущуюся по краям кристалла. Из рис.1в видно,

что при продолжительности бомбардировки $t=3.7$ пикосекунд распыленные атомы Au, молекулы воды все больше удаляются от поверхности и распад кластера воды наблюдаются. В это время бомбардировки в площадке, в которую падает ион, не покрыт молекулами воды, а молекулы воды, продвинутые на край кристалла продолжают двигаться по его нижней части, образуя при этом длинную «цепочку», которая отчетливо видно на данном изображении. Это устойчивая структура, которую можно с легкостью удалить с поверхности этого кристалла.

Полученные результаты показывают, что с помощью МД можно по наблюдать процесса распыления пленки льда визуалью и оценить процесс детально.

Литература

1. Takaoka G., Nakayama K., Noguchi H., Kawashita M. Size analysis of water cluster ions and their irradiation effects on solid surfaces// Surface and Interface Analysis. -Amsterdam, 2002.-Vol.38,Issue 12-13, -P. 1534–1538.
2. Leach.A.R. Molecular modeling: principles and applications. Prentice Hall, 2nd edition, 2001.347p.

Mn₄Si₇ NANOPLYONKASINING INFRAQIZIL NURLANISH SPEKTRIDA SINISH INDEKSI VA PLYONKA QALINLIGINI O'LCHASH

Q.T. Dovranov, D.A. Normuradov, X.T. Davronov, A. Ulashov, A.R. Qodirov

Qarshi davlat universiteti

quvondiqdavronm@gmail.com

Yuqori marganes silidsid plyonkalari asosida yaqin infraqizil nurlanish uchun fotodetektorlarni yaratish ham mumkin. Biroq, kremniy planar texnologiyasiga asoslangan silikon substratga integratsiyalangan bunday qurilmalarni yaratish uchun HSM plyonkalari va nanokristallar (NC) ustidagi kremniyning o'sishi o'rganilmaganligicha qolmoqda[1]. Ushbu ishda biz yuqori marganes silidsid tizimidagi plyonkalarining bir qatlamliligiga oldindan tuzilgan mis monosloy fazasining ta'sirini, shuningdek, yuqori marganes silidsid qatlami qalinligining ikki xil geterostruktura (DHS) Si plyonkaning ion-plazma purkash usulida HSM xususiyatlariga ta'sirini o'rgandik.

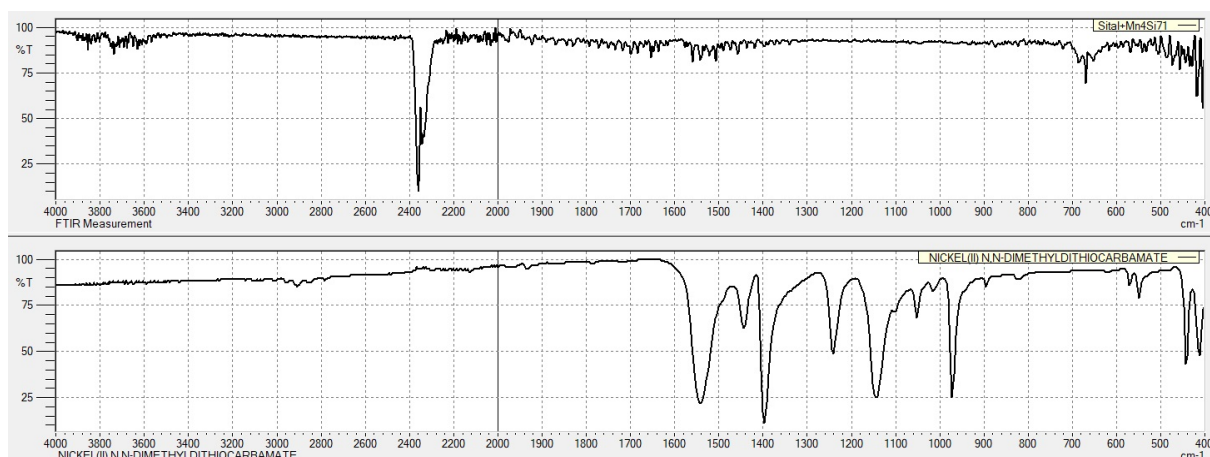
IRTracer-100 Furrye spektrophotometrida Happ-Genzel metodidan foydalanildi [2]. Nurlanish intensivligini to'liq soniga bog'lanish grafigi olindi.



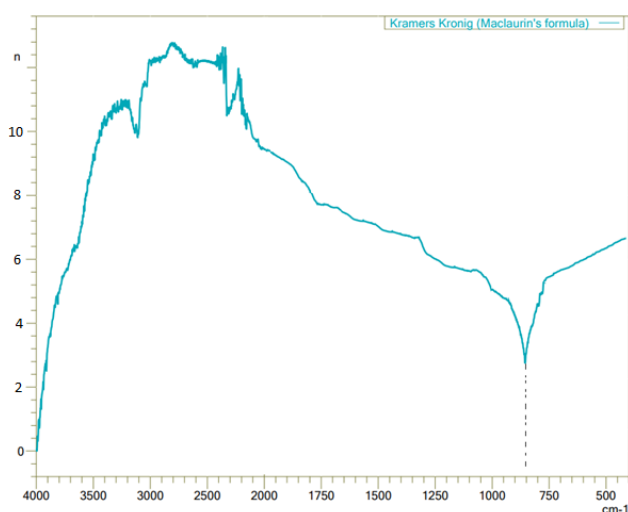
FTIR Measurement
Film thickness calculation of Sital+Mn ₄ Si ₇
Company:
Department: NA
Date: 21.01.2022
Time: 10:38:45
Username: System Administrator
Range: 399.28 - 4000.36
Refractive index: 2.4000
Incident angle: 45.00
Average of 204 interference fringes
Thickness: 124.17 um
Standard deviation: 49.96 um

1-rasm. IRTracer-100 Furiye spektrophotometri va Mn₄Si₇ nanoplyonka o'lchov parametrlari

Barcha spektrlarni tekshirish shuni ko'rsatadiki, asosiy chiziqlarning 400 sm⁻¹ dan 694 sm⁻¹ gacha bo'lgan hududi boshqa hududlarga qaraganda ko'proq siljish ehtimoli bor. 2-rasmda sital ustiga olingan Mn₄Si₇ nanoplyonka spektrining qiyosiy tahlili keltirilgan.

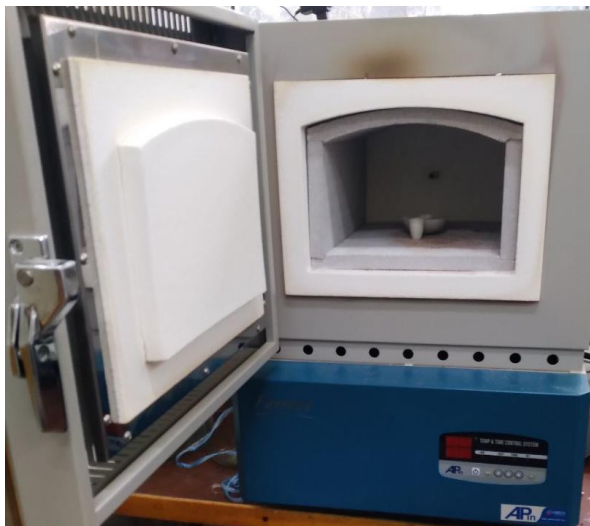


2-rasm. Sital ustiga hosil qilingan Mn₄Si₇ nano plyonkasi IQ spektr tahlili



3-rasm. Kramers kroing usuli yordamida olingan plyonkaning sinish indeksi grafigi

Olingan Mn_4Si_7 plyonkalarining qalinligi va sinishi indeksi 834,8 nm to'lqin uzunligi uchun IRTracer-100 Furye spektrofotometriyordamida o'lchandi. Mn_4Si_7 plyonkalarining qalinligi turli xil namunalar uchun 400 nm dan 1000 nm gacha bo'lgan oraliqda belgilangan qiymat edi. 832,8 nm to'lqin uzunligi uchun Mn_4Si_7 ning sinishi ko'rsatkichi 2,42 ni tashkil etdi.



4-rasm. “AP in Fixnace” mufilniy pechi

Si(111) tagligini 423 K gacha qizdirilgan holda, yuqori vakuum ostida ion-plazma usuli yordamida yuqori marganes silisidlardan biri Mn_4Si_7 plyonkasi olindi. Olingan namunani “Mufilniy pechda” 673 K gacha qizdirib FTIR da nurlanish va yutilish spektrlari olindi.

Adabiyotlar

1. Hailong Liu, Guangwei She, Xing Huang, Xiaopeng Qi, Lixuan Mu, Xiangmin Meng, and Wensheng Shi. Synthesis and Magnetic Properties of Mn_4Si_7 and Si- Mn_4Si_7 Axial Heterostructure Nanowire Arrays.
2. M.T. Normuradov, Q.T. Dovranov, X.T. Davronov. QarDU xabarлари. №(4/1)54.C.27-31

ИПАК ТОЛАЛАРИНИНГ ЭЛЕКТРОФИЗИКАВИЙ ХОССАЛАРИ

**А.Т. Мамадалимов², Н.К. Хакимова², М.О. Аслонов¹, Ш.М. Норбеков¹,
М.С. Исматова¹, М.О. Рахмонова¹**

¹Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети

²Яримўтказгичлар физикаси ва микроэлектроника ИТИ
aslonov.mardon@mail.ru

Ҳозирги пайтда микроэлектроника ўзининг энг юқори босқичига эришди. Бу эса ўз навбатида янги муаммоларни илгари сурди. Буларнинг асосийларидан бири электрон техниканинг интеграциясини, яъни наноэлектроникани ривожлантиришдир. Наноэлектроника равнақи, толалар физикасини мукаммал

ривожлантиришни тақозо этади. Бундан келиб чиққан ҳолда ХХІ асрнинг биринчи ярмида наноструктуралар ривожланишининг долзарб муаммоларини ҳал қилишнинг йўлларида бири толалар физикаси асосларини ўрганиш ўта муҳимдир. Ўзбекистонда пахта ва ипак толалари дунёда биринчи бўлиб яримўтказгич хоссаларга эга эканлиги аниқланди [1-2].

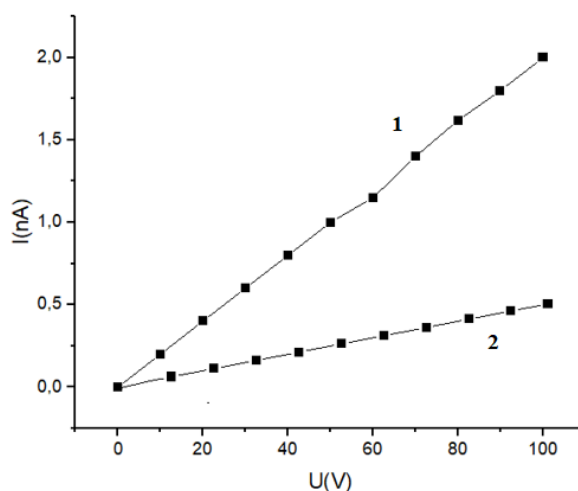
Текширишлар шуни кўрсатадики пахта ва ипак толалари навларига қараб хусусиятлари ҳар хил бўлар экан. Табиий толалар наноструктурага эгадир. Бундай структураларни ўрганишда, улардаги физикавий жараёнлар ва ҳодисалар намоён бўлади [1-3].

Хозиргача табиий толаларнинг хусусан, пахта ва ипак толаларининг физикавий хусусиятлари тўлиқ текширилмаган айниқса, электрофизикавий хоссалари. Шунинг учун табиий толаларининг электрофизик хоссаларини ўрганиш долзарб муаммолардан ҳисобланади.

Бу тадқиқот ишимизда илгари текширилмаган, «Пайпи» навли сариқ рангли ипак толаларининг электрўтказувчанлигининг температура таъсирида ўзгаришини ва вольт-ампер характеристикасини аниқлашдан иборат.

Тажриба учун «Пайпи» навли сариқ рангли ипак толалари танлаб олинган. Тажрибада намуналарни легирлаш учун 5% ли кальций дигидроген $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ нинг сувдаги эритмаси олинди. Ипак толалари бу эритмалар ичига солиниб шимдирилди. Толалар таркибига кириб қолган атомлар унинг электрўтказувчанлигини бир неча ўн марта оширади.

Кимёвий бирикмалар билан легирланган ипак толасининг молекуляр структурасини ўзгариши натижасида уларнинг электрон ҳолатини ўзгартириш мумкин. Бу ўз навбатида, ипак толаларида электрофизик хоссаларини ўзгаришига олиб келади. Легирланмаган «Пайпи» навли сариқ рангли ипак толасидан ўтадиган ток жуда кичик эканлиги аниқланди ($I < 10^{-10}$ нА). Намунадаги толалар сони 17465 тадан иборат.



1 – расм. $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ билан легирланган «Пайпи» навли сариқ рангли ипак толасининг ВАХ си (1). Сублимациядан кейинги ВАХ си (2).

1 – расмда (1 – чизик) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ билан легирланган намунанинг ВАХ си келтирилган. Намунага 100 V кучланиш қўйилганда намунадан 2 пА гача ток ўтганлигини кўриш мумкин. Сўнгра намунани 50°C гача қиздирганда, сублимация натижасида намунадан ўтадиган ток камайганлигини кўришимиз мумкин (1 – расм, 2 – чизик).

Тадқиқотлар натижасини хулоса қилиб айтганда илк бор ҳали физикавий хусусиятлари тадқиқ қилинмаган «Пайпи» навли сарик рангли ипак толаларининг электрофизикавий хоссалари аниқланди.

Адабиётлар

1. А.Т. Мамадалимов, П.К. Хабибуллаев, М.Шерматов // УФЖ, 1999г. т.1. №6, стр.465-479.
2. А.Т.Мамадалимов Новое научное направление физики полупроводников: природные полупроводники. “Тенденции развития современной физики полупроводников: проблемы, достижения и перспективы”. Сборник материалов международной онлайн конференции. www.e-science.uz 28 мая 2020г., с 16-25.
3. Н.К.Хакимова. Свойства природных полупроводниковых волокон. Ташкент. “KALEON PRESS”, 2021 г., 112 с.

МОРФОЛОГИЯ, СОСТАВ И СТРУКТУРА ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНОК NiSi_2/Si , ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭПИТАКСИИ

А.К. Ташатов¹, Н.М. Мустафоева², Б.Е. Умирзаков³

¹Каршинский государственный университет

²Каршинский институт ирригации и агротехнологий

³Ташкентский государственный технический университет

mustafoyevan@gmail.com

Гетероструктуры типа NiSi_2/Si имеют большие перспективы в создании новых приборов функциональной электроники, в частности, в создании СВЧ-транзисторов, детекторов излучения, омических контактов и барьерных структур [1,2]. Физико-химические свойства тонких и сверхтонких плёнок хорошо изучены только для силицидов Na, Ba, Pd и Co [3].

Данная работа посвящена изучению состава, морфологии и электронной структуры нанопленок NiSi_2 , полученных на поверхности Si(111) с использованием метода твердофазного осаждения и ионной бомбардировки.

Толщина пленки NiSi_2 была в 2.5–3 раза больше, чем толщина напыленной пленки Ni. На рис. 1 приведены АСМ-изображения поверхности Si(111) с пленкой NiSi_2 толщиной ~50 Å.

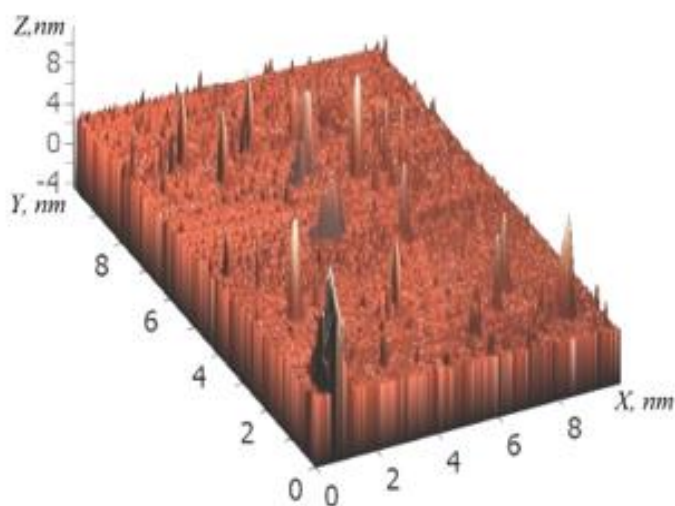


Рисунок 1. АСМ-изображения поверхности Si (111) с пленкой NiSi₂ толщиной 50 Å.

Видно, что пленки имеют островковый характер в форме конуса (или пирамиды) и их высота доходит до 7–8 нм. Анализ РЭМ-картин показал, что островки имеют форму многогранника с линейными размерами ~0.2–0.3 мкм. Расстояние между центрами этих фаз ~0.8–1 мкм. Как видно из рис. 1, наряду с крупными островками, на поверхности формируются множество мелких островков (фаз). Дальнейшее увеличение толщины пленок (времени

твердофазного осаждения) не приводит к заметному росту высоты основных островков. При этом наблюдалось увеличение поверхностных размеров крупных островков и увеличение трех размеров мелких островков. В случае пленки NiSi₂ с $h=150$ Å практически 80–85% поверхности Si покрываются островками NiSi₂. Размеры островков составляют 0.3–0.5 мкм. При этом на дифракция быстрых электронов картине обнаруживаются концентрические кольца, характерные для поликристаллических образцов. По-видимому, хотя после прогрева при $T = 800$ К происходит кристаллизация пленки, однако кристаллографические направления отдельных кристаллов не совпадают друг с другом. Однако при этой толщине пленки получаются неравномерными, а значение h лежит в пределах 100–150 Å. Наиболее совершенные однородные эпитаксиальные пленки NiSi₂ образуются при толщине $h \geq 200$ Å после прогрева при $T = 950$ К. Анализ АСМ и РЭМ изображений совместно с ОЭС показал, что при малых толщинах ($h \leq 10$ –15 Å), начиная с $T = 750$ К происходит полное испарение пленки Ni. В интервале $h_{\text{Ni}} = 20$ –60 Å после прогрева при $T = 800$ К в течение 1 часа формировались островковые пленки, а в интервале $h_{\text{Ni}} = 80$ –200 Å после прогрева при $T = 850$ –900 К – сплошные пленки NiSi₂. Дальнейшее увеличение времени отжига не приводит к заметному изменению состава и структуры пленок. При $T = 1000$ К наблюдался распад пленки на островки и при $T = 1100$ К – ее испарение.

На рис. 2 приведены фотоэлектронные спектры Si(111) и Si с нанокристаллами и нанопленкой NiSi₂, полученные при $h\nu = 10.8$ эВ. По оси абсцисс отложена энергия связи электронов, отсчитанная относительно уровня Ферми. Видно, что форма и положения основных пиков толстой пленки NiSi₂ ($h = 200$ Å) существенно отличаются от формы и положения пиков для Si. При этом в спектре обнаруживаются пики с энергиями $E_{\text{св}} = -0.3$; -0.9 ; -2.2 ; -4.2 эВ. Анализ этого спектра и сравнение его со спектрами Si и Ni дает возможность предположить, что пик $E_{\text{св}} = -0.3$ эВ формируется вследствие гибридизации M_3 состояний кремния и M_5 состояний Ni, пик $E_{\text{св}} = -0.9$ эВ – вследствие

гибридизации M_2 состояния Si и M_3 состояния Ni, пик $E_{св} = -2.2$ эВ – вследствие гибридаизации M_1 состояния Si и M_4 состояния Ni, а пик $E_{св} = -4.2$ эВ, по-видимому, относится к Si.

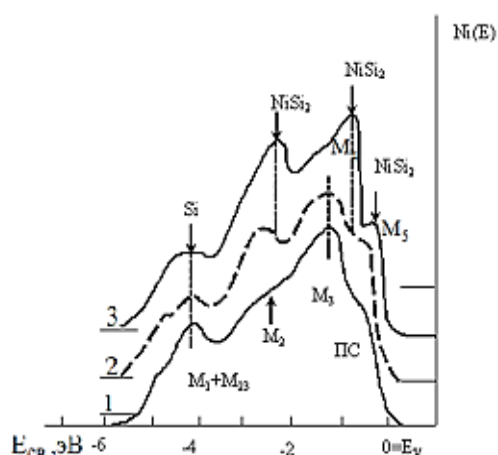


Рисунок 2. УФЭС Si с нанопленкой $NiSi_2$ толщиной, Å: 0 (1), 50 (2), 200 (3).

Пленки $NiSi_2$ с $h = 50$ Å имеют островковый характер, поэтому в его спектре обнаруживаются пики, характерные как для Si, так и $NiSi_2$.

Таким образом, на основе анализа экспериментальных результатов можно заключить, что в процессе твердофазного осаждения Ni в Si в сочетании с отжигом на поверхности Si формируются эпитаксиальные нанопленки $NiSi_2$. При толщинах $h \leq 150$ Å пленки имеют остров-ковый характер. Из-за близости параметров решетки $NiSi_2$ и Si на границе $NiSi_2/Si$ не возникает заметного

напряжения и, следовательно, формируется сравнительно узкий переходной слой (50–60 Å). Ширина запрещенной зоны нанокристаллических фаз с ростом их размеров от $(1-1.2) \times 10^{-18}$ см⁻³ до $(3-3.5) \times 10^{-18}$ см⁻³ изменялась система типа Si/ $NiSi_2$ /Si. Показано, что E_g нанослоев $NiSi_2$ равна ~ 0.58 eV. При высокоэнергетической имплантации ионов Ni^+ в зависимости от дозы ионов в приповерхностном слое Si формируются нанокристаллы и слои $NiSi_2$.

Литература

1. M.V. Gomoyunova, I.I. Pronin, N.R. Gall', S.L. Molotcov, D.V. Vyalykh. Fizika tverdogo tela (FTT) 45. No.8, 1519 (2003).
2. A.A.Altuxov., V.V. Jirnov., A.A. Altuxov., V.V.Jirnov. // Материалы II-go Vsesoyuznogo mejotraslevogo soveshchaniya "Tonkie plenki v elektronike": Moskva-Ijevsk. с. 15-22 (1991).
3. Tashatov A.K., Mustafoeva N.M.. // Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, Vol.14, No 1, pp. 81-84 (2020)

КОМБИНИРОВАННОЕ ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛОВ ПОДЗАТВОРНОГО И ОБРАТНОГО ОКСИДНОГО СЛОЯ НА DIBL ЭФФЕКТ И ЭФФЕКТ САМОРАЗОГРЕВА В МОП ТРАНЗИСТОРЕ НА ОСНОВЕ ДВУМЕРНОГО MoS_2

Atamuratov A.E., Saparov X. Sh., Yusupov A.

Ургенчский государственный университет, Ургенч, Узбекистан
Ташкентский университет информационных технологий, Ташкент, Узбекистан
atabek.atamuratov@yahoo.com , xushnudbeksaparov@gmail.com , ayus@mail.ru

В последние годы продолжается тенденция к стремительному уменьшению раз- меров полевых транзисторов до нанометровых масштабов. В

настоящее время имеется два взгляда на будущее скалирования полевых транзисторов. В соответствии с одним из взглядов считается что предел скалирования уже достигнет при размерах 10 нм, хотя в соответствии с другим взглядом все еще имеются возможности доведения размеров транзистора до 5 нм и еще меньше. Второй взгляд подразумевает создание новых структур транзисторов и использование новых материалов. В частности предлагается использовать двумерные материалы в качестве канала транзистора. Одним из предлагаемых двумерных материалов являются халькогениды переходных металлов. Одним из популярных и хорошо исследованных двумерных материалов является дихалькогенид молибдена MoS_2 [1] который является одним из наиболее вероятных кандидатов в использовании в качестве канала нанометрового транзистора металл-оксид-полупроводник (МОП). Но нанометровые транзисторы сильно подвергнуты влиянию различных деградационных эффектов. Эти деградационные эффекты вызваны уменьшением размеров транзистора, влиянием температуры [2-3] и кроме того зависят от материалов используемых в транзисторе. В данной работе рассматривается влияние материалов подзатворного и обратного оксидного слоев на эффект само-разогрева и DIBL эффект в МОП транзисторе на основе MoS_2 .

Исследования проводились с помощью моделирования с использованием коммерческой программы TCAD Sentaurus. Структура рассматриваемого транзистора представлена на рис.1. Канал транзистора представляет собой одно-слойный MoS_2 с толщиной 0.65 нм. Полная длина транзистора варьируется в пределах от 60 нм до 300 нм и составляла утроенную длину затвора, рассматривались длины алюминиевого затвора 20 нм, 30 нм, 50 нм и 100 нм. При моделировании мы рассматривали 4 варианта комбинаций материалов подзатворного и обратного оксидного слоев (таблица 1)

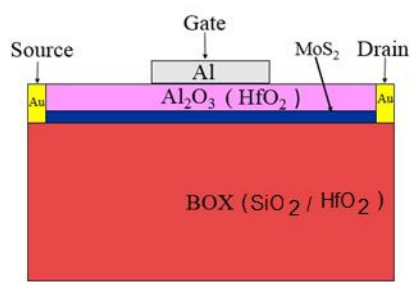


Рис.1. Структура моделируемого МОП транзистора на основе двумерного MoS_2

Таблица 1. Комбинации оксидных материалов используемых в рассматриваемом транзисторе

Номер комбинации	Материал подзатворного оксидного слоя	Материал обратного оксидного слоя
1	Al_2O_3	SiO_2
2	HfO_2	SiO_2
3	Al_2O_3	HfO_2
4	HfO_2	HfO_2

Результаты моделирования зависимости температуры в центре канала и DIBL эффекта от длины затвора при различных комбинациях материалов оксидных слоев показаны на рис 2.

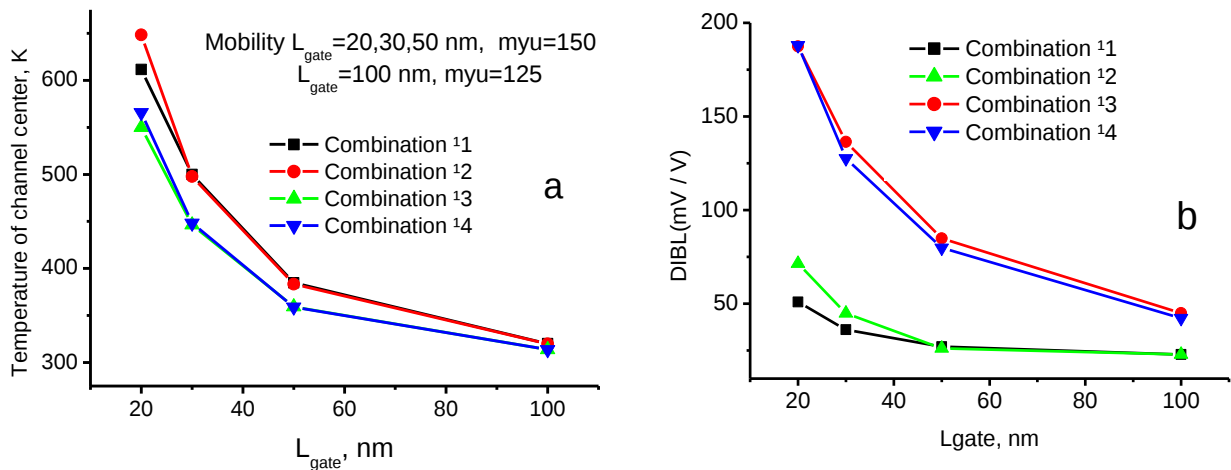


Рис. 2. Зависимость температуры в центре канала (а) и DIBL эффекта от длины затвора при различных комбинациях материалов оксидных слоев.

Из рисунка видно, что как эффект саморазогрева так и DIBL эффект зависят от материалов оксидных слоев. Зависимость температуры от материалов оксидных слоев объясняется различием теплопроводности, в то время как различие DIBL эффекта вызвано различием диэлектрических постоянных материалов оксидных слоев. Значения теплопроводностей для рассматриваемых оксидных материалов приведены в таблице 2, а значения диэлектрических проницаемостей для этих материалов составляют соответственно $\epsilon_{Al_2O_3} = 9.3$, $\epsilon_{SiO_2} = 3.9$ and $\epsilon_{HfO_2} = 22$ and $\epsilon_{MoS_2} = 3$.

На рис.3 приведены зависимости температуры в центре канала и DIBL эффекта от комбинации материалов подзатворного и обратного оксидного слоев. Из рисунка видно, что основным материалом влияющим как на эффект саморазогрева так и на DIBL эффект является материал обратного оксидного слоя.

Таблица 2. Теплопроводности материалов

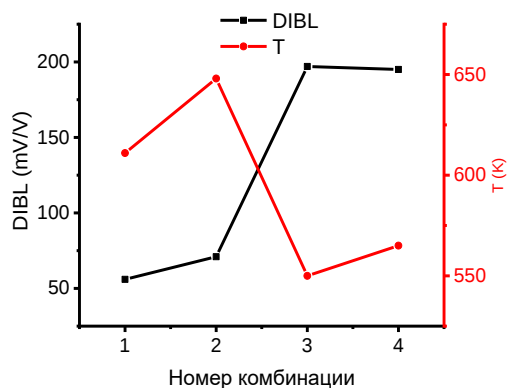


Рис.3. Зависимость DIBL эффекта и температуры в центре канала от номера комбинации материалов оксидных слоев.

Материал	Толщина (nm)	Теплопроводность $\kappa \frac{W}{K \cdot m}$
SiO ₂	80	1.4
Al ₂ O ₃	2.385	12
HfO ₂ (gate oxide)	5.641	2.3
HfO ₂ (Box)	80	2.3

оксидных слоев используемых при моделировании

Таким образом, результаты моделирования показывают, что для увеличения устойчивости к указанным деградационным эффектам целесообразно выбрать в качестве обратного оксидного слоя материал с относительной диэлектрической проницаемостью не выше 3.9 и теплопроводностью выше чем 2.3 W/Km.

Литература

1. H. Liu, A.T. Neal, P.D. Ye, Channel length scaling of MoS₂ MOSFETs. ACS Nano 6(10), 8563–8569 (2012). doi:[10.1021/nm303513c](https://doi.org/10.1021/nm303513c)
2. Z. Geng, Simulation of graphen nanoribbon and MoS₂ transistors, Master Thesis (in German), TU Ilmenau (2016) page 3-17.
3. E. Atamuratov, X. S. Saparov, T. A. Atamuratov, A. Yusupov and F. Schwierz, "The contribution of gate and drain voltages to temperature distribution along the channel in 2D MoS₂ based MOSFET," *2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT)*, 2021, pp. 01-03, doi: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670397.

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ: ВОПРОСЫ И ПРОБЛЕМЫ

**К.А.Исмаилов, А.Курбанова, Б.К.Исмайлов, С.Алламжаров,
М.Мадаминова**

Каракалпакский госуниверситет им.Бердаха, г.Нукус

Email: kanatbay.ismailov@gmail.com

В последние годы широкое распространение в Узбекистане получают технологии энергосбережения и использования источников энергии. Одной из актуальных задач современной энергетики является разработка и создание малозатратных и экологически чистых возобновляемых источников энергии. Энергетическая отрасль имеет огромное значение для экономического развития любой страны. Для того, чтобы решить долгосрочные энергетические проблемы человечества, необходимо активно развивать солнечную энергетику. В развитых странах уделяют большое внимание разработке систем на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в том числе энергии Солнца. Как правило, в создании таких систем вкладываются значительные средства из государственного бюджета, действуют многочисленные налоговые льготы. Широкому внедрению солнечной энергетики препятствует ее дороговизна. Это представление въелось в общественное сознание, что использование энергии Солнца относят к далекому будущему, не отрицая при этом перспективности использования солнечной энергии для локальных нужд. Для ее оценки необходимо принимать во внимание существующие тенденции изменения цен энергии получаемой от Солнца и традиционных источников. Поэтому основная задача, которая ставится в настоящее время перед нетрадиционной малой энергетикой это удовлетворение потребностей населения и промышленности в

электрической и тепловой энергии, особенно в районах удаленных от централизованных сетей. Климатические и природные условия Узбекистана представляют великолепные возможности для солнечной энергетики.

Использование солнечной энергии может быть полезно в нескольких отношениях. **Во-первых**, при замене ею ископаемого топлива уменьшается загрязнение воздуха и воды. **Во-вторых**, замена ископаемого топлива означает сокращение импорта топлива, особенно нефти. **В третьих**, заменяя атомное топливо, мы снижаем угрозу распространения атомного оружия. Наконец, солнечные источники могут обеспечить нам некоторую защиту, уменьшая нашу зависимость от бесперебойного снабжения топливом.

Согласно литературным данным [1-4] особое внимание уделяется учету использованию кремниевых фотопреобразователей (ФП) в условиях жаркого климата. Причем, главная цель всех разработок – адаптация кремниевых ФП к условиям регионов республики. Особенно основное внимание уделено влиянию температуры на режим эксплуатации ФП в условиях экстремально жаркого климата регионов республики в летние месяцы.

Одним из возможностей повышения эффективности электрической части ФП является создание комбинированных ФП установок. Исследуется возможность увеличения эффективности фотоэлектрической части введением дополнительного каскада преобразования тепловой энергии в электрическую энергию. Предлагается проведение комбинирования фотоэлектрических батарей с термоэлектрическими преобразователями энергии. Исходя из условий применения фотоэлектрических батарей в Узбекистане в качестве термоэлектрических элементов (ТЭ) нами выбраны элементы на основе соединений висмута с теллуром, эффективность преобразования которых больше при низких температурах по сравнению с другими ТЭ.

В целом на основе многочисленных проведенных научно-технологических, технических исследований разработаны, изготовлены и проходят натурные испытания широкий круг различных фотоэнергетических установок (ФЭУ) на основе кремниевых ФП. Они предназначены для индивидуального пользования, фермерских хозяйств, производственных объединений и т.д. и успешно находят широкое применения [2].

Однако, несмотря на вышеизложенные проблемы, солнечная энергетика будет развиваться, постоянно совершенствуя свои технологии. Это связано с тем, что данный вид альтернативной энергетики является прекрасным дополнением к традиционной энергетике.

В заключении хотим отметить, что нужно разработать комплексную программу проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по использованию солнечной энергии который могли бы принимать участвовать все ведущие ученые работающие в этом направлении нашей республики. К этому способствует Указ Президента республики Узбекистан от 01.03.2013 г. № УП -4512 «О мерах по дальнейшему развитию альтернативных источников энергии».

Литература

1. Клычев Ш.И., Мухаммадиев М.М., Авезов Р.Р., Потаенко К.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. –Ташкент.: "Fan va texnologiya", 2010.
2. Зайнутдинова Х.К. Маркетинг солнечной энергии в Узбекистане. Монография. – «Фан». 2011. -186 с.
3. Муминов Р.А., Имамов Э.З., Джалалов Т.А., Состояния и перспективы проблемы прямого преобразования солнечного излучения в электрическую энергию на основе кремниевых фотопреобразователей. –(РИАК). Ташкент – 2013.
4. Исмаилов К.А., Кадышев С.К., З.Т. Кенжаев, Состояние и перспективы развития солнечной энергетики -ВЕСТНИК Ошского ГУ. 2013. №2.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ФОТОЭЛЕМЕНТЫ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ С НАНОКЛАСТЕРАМИ

¹К.А.Исмаилов, ¹З.Т.Кенжаев, ²К.Якубов, ¹Д.Е.Ембергенов,
¹А.М.Жумабаева, ²И.А.Айтбаев

¹Каракалпакский госуниверситет им. Бердаха, Нукус

²Ургенчский госуниверситет им.Ал-Хорезмий, Ургенч

E-mail: kanatbay.ismailov@gmail.com

Основной проблемой стоящей перед современной фотоэнергетикой является повышение коэффициента полезного действия (КПД) кремниевых фотоэлементов. Однако многокаскадные фотоэлементы, хотя и имеют большой КПД, но технология их получения достаточно сложная и требует наличия дорогостоящего оборудования. Поэтому такие фотоэлементы имеют высокие цены и представляет особую трудность их применение в наземных условиях [1-3].

Наибольшее распространение получили солнечные фотоэлектрические установки (СФЭУ) на основе кремния трёх видов: монокристаллического, поликристаллического и аморфного. В промышленном производстве находятся СФЭУ со следующим КПД:

- 1) монокристаллический: 15 – 16% (до 24% на опытных образцах);
- 2) поликристаллический: 12 – 13 % (до 16% на опытных образцах);
- 3) аморфный: 8 – 10% (до 14% на опытных образцах).

Однако солнечный фотоэлемент преобразует только часть падающей на него энергии излучения в электрическую энергию, выделяющуюся в сопротивлении нагрузки. Остальная часть энергии теряется в результате явлений, наблюдающихся во время преобразования энергии.

Анализ распределения потерь энергии падающего излучения в кремниевом солнечном элементе (КПД = 16,6 %, $\eta = 0,78$) при работе в услови-

ях АМ 1,5 проведен в работе [1]: термализация (передача энергии решетке) горячих носителей заряда, возникающих при поглощении фотонов с энергией $h\nu > E_g$ - 29,2 %, прохождение через элемент фотонов низких энергий $h\nu < E_g$, не сопровождающееся генерацией электронно-дырочных пар - 18,8 %.

Из перечисленного видно, что наибольшими в СЭ являются потери на термализацию горячих носителей заряда.

Основной причиной низкого значения КПД современных кремниевых фотоэлементов (КПД = 17÷20%) является не эффективное использование солнечного излучения в инфракрасной области ($\lambda = 1,15 \div 3$ мкм) из-за $h\nu < E_g$, а также эффекта термализации при поглощении спектра Солнца с $h\nu > E_g$. При нагреве фотоэлемента на 1 градус выше 25 градусов, значение напряжения холостого хода фотоэлемента ухудшается на 0,4% на каждый градус. Как известно, существенная доля (44%) спектра солнечного излучения находится в инфракрасной области $\lambda = 0,75 \div 3$ мкм. Основная часть этой энергии не используется при преобразовании фотоэнергии в электрическую в существующих кремниевых солнечных элементах.

Следует отметить что, формирование кластеров примесных атомов в решетке полупроводников с управляемыми параметрами представляет большой как научный так и практический интерес [2].

Это в основном связано с возможностью использования таких материалов в качестве нового класса полупроводников с наноструктурами и с обнаружением в них редких интересных физических явлений, а также формированием нанокластеров с различной природой – электронейтральные, магнитные, многозарядные, моноатомные, а также бинарные, что открывает большие функциональные возможности таких материалов.

Показана возможность создания более эффективных кремниевых фотоэлементов за счет формирования элементарных ячеек A^{III} и B^V – квантовых точек в решетке кремния [3].

Бахадирханов М.К. и его сотрудниками был предложен оригинальное решение данной проблемы, заключающееся в существенном расширении спектральной области чувствительности кремния, в результате формирования элементарных ячеек $A^{III}B^V$ и $A^{II}B^{VI}$ – принципиально нового класса квантовых точек с уникальными функциональными возможностями с управляемым составом, структурой, концентрацией, а также распределением в решетке кремния ($Si_2A^{III}B^V$ и $Si_2A^{II}B^{VI}$). Сущность данной физической модели состоит в разработке нового способа легирования кремния примесными атомами III группы (B, In, Ga, Al), а также примесными атомами V группы (As, P, Sb), позволяющего создать в приповерхностной области кремния толщиной 3-10 мкм бинарные элементарные ячейки (GaAs, GaP, InP) с заданной концентрацией, составом и упорядочением в определенном направлении. Показана возможность создания более эффективных кремниевых фотоэлементов за счет формирования элементарных ячеек A^{III} и B^V – квантовых точек в решетке кремния. Однако в настоящее время отсутствуют какие-либо новые физические модели или новые технологические подходы для решения указанной проблемы для солнечных

элементов на основе кремния. Фундаментальные параметры кремния с новыми элементарными ячейками, как E_g , ρ , μ , n , m^* будут существенно отличаться от параметров кремния с обычными элементарными ячейками. Изготовление фотоэлементов на основе такого материала может существенно повысить их КПД до 50-60%.

В отличие от современных многокаскадных фотоэлементов на основе $A^{III}B^V$, многокаскадные фотоэлементы на основе кремния с нанокластерами имеют достаточно простую технологию изготовления, не требуют дорогостоящего технологического оборудования и драгоценных материалов, что и обеспечивает получение относительно дешевой фотоэнергии, которая в будущем может быть использована в наземных условиях [3]. Следует отметить, что формирование бинарных кластеров в полупроводниках открывает новое научное направление в области материаловедения, позволяющее создать принципиально новые классы высокочувствительных фотоприемников в широкой области спектра, оптронные пары, полупроводниковые лазеры, а также приборы для фотоники и спинотроники.

Литература

1. Фаренбрух А., Бьюб Р. Солнечные элементы: теория и эксперимент. М.: Энергоатомиздат, 1987. - 280 с.
2. Мильвидский М.Г., Чалдышев В.В. Наноразмерные атомные кластеры в полупроводниках – новый подход к формированию свойств материалов // Физика и техника полупроводников. – Санкт–Петербург, 1998. Т.32. В.5.
3. М.К. Бахадыханов, Х.М. Илиев, М.Р. Султанова, У.Х. Курбанова. Современные проблемы энергетики, экологии и фотоэнергетики. -Ташкент.: 2016.-255с.

НАНОСТРУКТУРЫ, НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

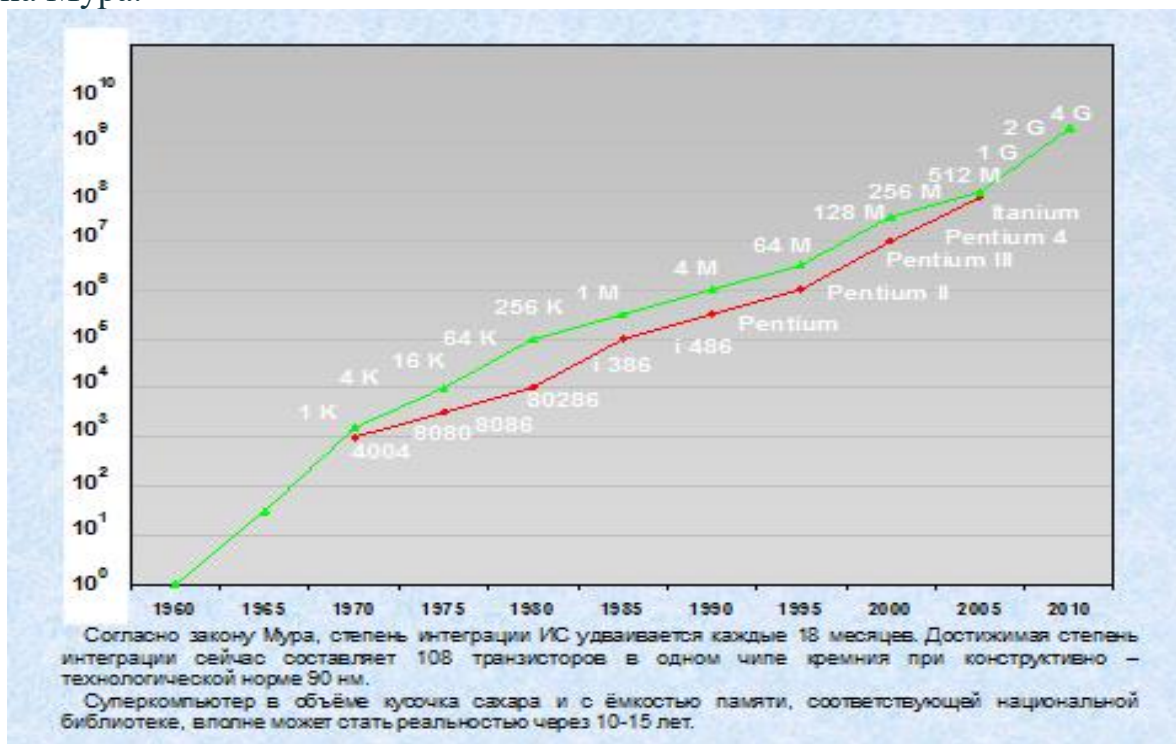
К.А.Исмаилов

Каракалпакский госуниверситет им.Бердаха, г.Нукус

Email: kanatbay.ismailov@gmail.com

Нанонаука основана на изучении объектов, которые включают компоненты размерами менее 100 нм хотя бы в одном измерении и в результате получают принципиально новые качества. Эта отрасль знаний относительно молода и насчитывает не более столетия. Первым ученым, использовавшим измерения в нанометрах, принято считать Альберта Эйнштейна, который в 1905 году теоретически доказал, что размер молекулы сахара равен 1 нм. Идею же создания специальных приборов, способных проникнуть в глубину материи до границ наномира, выдвинул выдающийся американский физик сербского происхождения Никола Тесла. Именно он предсказал создание электронного микроскопа. Первые теоретические исследования, положившие начало разработке инструментального обеспечения нанотехнологий, - это труды

российского физика Г.А. Гамова. в 20-е годы XX века он впервые произвел решения уравнений Шредингера. Уникальное свойство, характерное для квантовых частиц, заключается в их способности проникать через преграду, даже когда их энергия ниже потенциального барьера, соответствующего данной преграде. Электрон, встретив на своем пути преграду, для прохождения которой требуется больше энергии, чем есть у него, не отразится от нее, а с потерей энергии (как волна) преодолеет эту преграду. Открытое явление, названное "туннельным эффектом" (туннелированием), позволило объяснить многие экспериментально наблюдавшиеся процессы. В 1939 году немецкие физики Э. Руска и М. Кноль создали электронный микроскоп, ставший прообразом нового поколения устройств, которые позволили заглянуть в мир нанообъектов. Вообще мысль о том, что в будущем человечество сможет создавать объекты, собирая их "атом за атомом", восходит к знаменитой лекции "Там внизу много места" одного из крупнейших физиков XX века, профессора Калифорнийского технологического института Ричарда Фейнмана. Опубликованные в феврале 1960 года материалы лекции были восприняты большинством современников как фантастика или шутка. Сам же Фейнман говорил, что в будущем, научившись манипулировать отдельными атомами, человечество сможет синтезировать все что угодно, т.е. использовать атомы как обыкновенный строительный материал. В 1964 году, спустя шесть лет после изобретения интегральной схемы, Г.Мур, один из основателей американской корпорации Intel, выдвинул предположение о том, что число транзисторов на кристалле будет удваиваться каждые два года. Это наблюдение получило название первого закона Мура.



Показав зависимость роста производительности запоминающих микросхем от сроков их изготовления, он обнаружил закономерность: новые модели микросхем каждый раз появлялись через приблизительно равные промежутки

времени (18-24 месяца). При этом их емкость возрастала каждый раз примерно вдвое. В 1968 году сотрудники американского отделения исследования полупроводников Дж. Артур и А. Чо разработали теоретические основы нанообработки поверхностей. В 1973 году советские ученые Д.А. Бочвар и Е.Г. Гальперн сделали первые теоретические квантово-химические расчеты наномолекулы фуллерена и доказали ее стабильность. Мировая наука вплотную подошла к началу решения прикладных задач в области нанотехнологий. Современный вид идеи нанотехнологии начали приобретать в 80-е годы XX века в результате исследований Э. Дрекслера, работавшего в лаборатории искусственного интеллекта Массачусетского технологического института. Дрекслер выдвинул концепцию универсальных молекулярных роботов, работающих по заданной программе и собирающих любые объекты (в том числе и себе подобные) из подручных молекул. Все это также сначала воспринималось как научная фантастика. Ученый уже тогда довольно точно предсказал немало грядущих достижений нанотехнологии, которые с 1989 года сбываются, причем часто со значительным опережением даже его прогнозов. Многие ученые в мире в той или иной степени работали с объектами наноуровня, но термин "нанотехнология" впервые (в 1974 году) предложил японский физик Н. Танигучи из Токийского университета. Нанотехнология, по Н. Танигучи, - это технология объектов, размеры которых составляют порядка 10^{-9} м, включающая процесс разделения, сборки и изменения материалов путем воздействия на них одним атомом или одной молекулой.

UDK: 524.882

TEST PARTICLE MOTION AROUND REGULAR BLACK HOLE

Y.Sh. Turaev, M.A. Xayrullayeva

Tashkent State Technical University, University St 2, Tashkent 100095, Uzbekistan

E-mail: yunus.turaev.uz@gmail.com

Abstract. In this article has been considered neutral and charged particles motion around Ayon-Beato-Garcia (ABG) black holes.

I. Introduction. ABG solution of Einstein's field equation described as following:

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

here $f(r) = 1 - \frac{2Mr^2}{(r^2+q^2)^{3/2}} + \frac{2q^2r^2}{(r^2+q^2)^2}$ is Lapce function and the associated electric field E_r is given by

$$E_r = qr^4 \left[\frac{r^2 - 5q^2}{(r^2 + q^2)^4} + \frac{15}{2} \frac{M}{(r^2 + q^2)^{7/2}} \right] \quad (2)$$

The corresponding spacetime becomes regular at $r=0$ and behaves as Reissner-Nordström black hole for $r \rightarrow \infty$. Its event horizon is the largest root of the equation:

$$f(r)=0 \rightarrow r^4 + Q^4 + 3r^2Q^2 - 2Mr^2 \cdot \sqrt{r^2 + Q^2} = 0 \quad (3)$$

The analysis of the roots shows that the above expression constitutes positive real roots if $0 < Q < 2M$. The critical value of charge $Q_c = 0.63M$ separates the black hole and the no-horizon ABG spacetime. In no-horizon case, the ABG spacetime is regular at all radii $r \geq 0$. For $Q \geq Q_c$, there are no horizons while the given spacetime admits two horizons for $Q < Q_c$ leading to a non-extremal black hole. The Schwarzschild black hole is recovered for $Q=0$. In the following the radial dependence of the Lapce function and electric field is given (see Fig.1) [1],[2] .

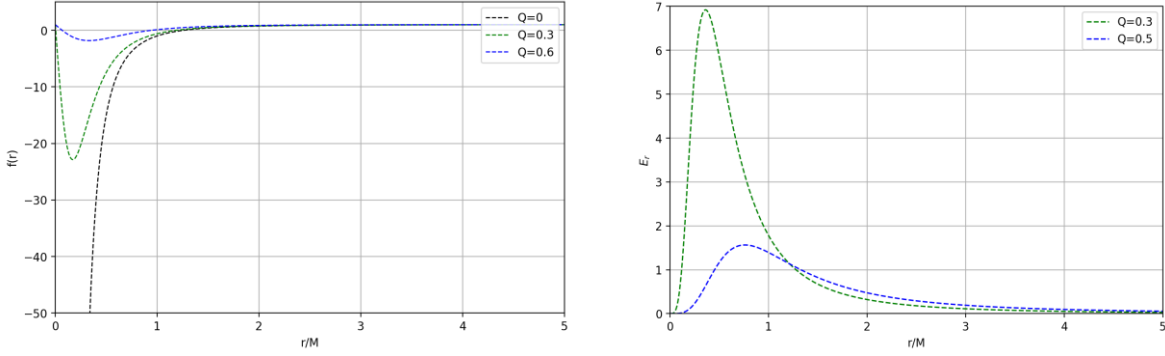


Fig.1 The radial dependence of the Lapce function (left) and Electric field (right), here $M=1$ and $Q \in (0; 0.63M)$.

From above graphs we can see that when $Q=0$ (charge of the black hole) $f(r) \rightarrow -\infty$, and for nonzero values of Q , $f(r)$ has one critical value. If $Q=0$ then $E_r=0$, for nonzero values of Q , E_r has one maximum and as Q increases, E decreases.

II. Test particle motion around regular ABG black hole. Usually, when we studying the motion of a particle around a black hole, it is more important to study its effective potential energy than its total energy. For neutral and charged particles an effective potential are given in the following: [3]

$$E_1 = f(r) \left(1 + \frac{L^2}{r^2} \right) \quad \text{and} \quad E_2 = qA_t + \sqrt{f(r) \left(1 + \frac{L^2}{r^2} \right)} \quad (4)$$

here $A_t = \left[\frac{3M}{2Q} \sqrt{1 + \frac{Q^2}{r^2}} - \frac{Q}{r} \right] \left(1 + \frac{Q^2}{r^2} \right)^{-3} - \frac{3M}{2Q}$ is the four potential for electric field, E_1

and E_2 are the effective potential for neutral and charged particles respectively.

In the following the radial dependence of the effective potentials for neutral (left) and charged particle (right) are given (See Fig.2)

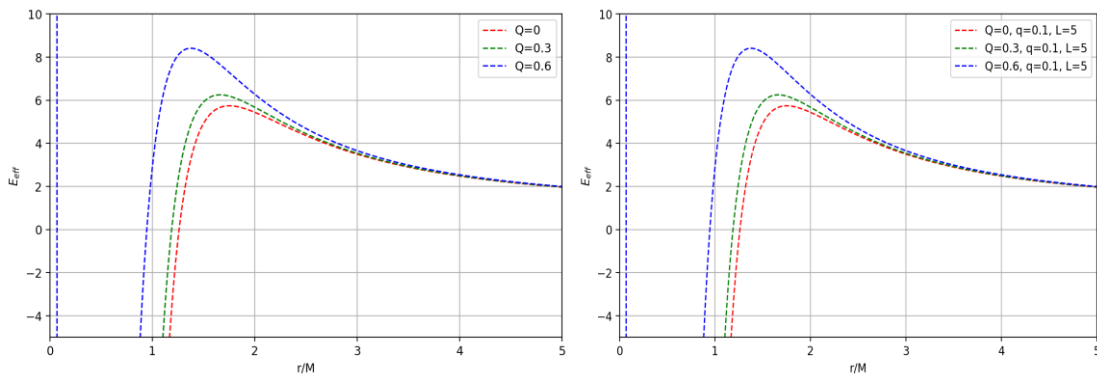


Fig. 2 The radial dependence of the effective potential, here $M=1$.

Conclusions From the graphs above, we can see that the charge of the test particle does not change its effective potential much, while the charge of the black hole significantly changes the effective potential of the particle. In conclusion, we can say that the space-time properties around the black hole depend only on the parameters of the black hole.

References

1. Zdeněk Stuchlík and Jan Schee - "Circular geodesics of Bardeen and Ayon-Beato-Garcia regular black-hole and no-horizon spacetimes", International Journal of Modern Physics D, Volume 24, Issue 2, id. 1550020-289
2. Ayon-Beato, E., New regular black hole solution from nonlinear electrodynamics, Phys. Lett. B, 464, p.25–29, 1999
3. Ayón-Beato, E. and García, A., Regular Black Hole in General Relativity Coupled to Nonlinear Electrodynamics, Phys. Rev. Lett., 80, p.5056-5059, 1998

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТЕПЛИЦ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

А.А.Вардияшвили, Г. Ш. Соқиева, А.Т. Теймурханов, Дусяров А.С.
Каршинский государственный университет, 180103, ул. Кучабог 17,
город Карши, Узбекистан
e-mail: vardi41@mail.ru

Самая энергоемкая отрасль сельскохозяйственного производства - выращивание овощей в условиях защищенного грунта. Например, стандартный теплично-овощной комбинат площадью 6 га в Узбекистан потребляет за 1 час около 125-145 ГДж теплоты, на что ежегодно расходуется до 11 млн. м[1].

При современных технологиях, теплоэнергетическом оборудовании и конструкциях теплиц потребление электрической энергии составляет 80 кВт·ч на 1 м² в среднем по стране и в существующих конструкциях теплиц солнечная энергия используется только на 10% как источник фотосинтеза и лишь незначительная часть на обогрев[1,2].

Современные тепличные хозяйства Узбекистана несут большие экономические убытки из-за, их энергоемкости, высокой себестоимости ранневесенних. и поздне-осенних овощей. Для удовлетворения растущей потребности населения в дешевых экологически чистых овощах необходимые высокоэффективные многоцелевые теплицы круглогодичного действия[3].

В различных странах мира проводятся исследования по использованию солнечной энергии для отопления теплиц.

Интересен опыт использования солнечной энергии для отопления теплиц в Германии, Испании, Италии. Экономия затрат на отопление составляет от 30 до 48% со сроком окупаемости от 1 года до 7 лет. В США проведены опыты по использованию циркуляционного воздуха для подпочвенного обогрева, в Великобритании обогрев корнеобитаемой зоны растений в теплицах используется для снижения расходов на отопление, установлено, что при

температуре корнеобитаемого слоя 25° температуру выращивания некоторых культур можно снизить до $13-15^{\circ}\text{C}$ днем и до $7...2^{\circ}$ ночью[4] .

Принцип действия системы отопления гелиотеплицы заключается в осуществлении с помощью осевого вентилятора замкнутой циркуляции внутреннего воздуха по системе подпочвенных труб и в объеме теплицы. В дневное время вентилятор нагнетает нагретый солнцем воздух из теплицы в трубы системы почвенного обогрева, где он отдает тепло теплоаккумулирующему слою и грунту и охлажденный поступает в теплицу. Ночью идет обратный процесс за счет накопленного за день в почве и аккумулялирующем слое тепла. Температура воздуха, проходящего по почвенным трубам, повышается с некоторым понижением его относительной влажности и он поступает в объем теплицы. В проекте рационально решен вопрос дополнительного обогрева теплицы и жилого помещения одной печью[5].

Из крупных советских исследований, проведенных в конце XX века, следует отметить теоретические работы по анализу температурного и влажного режима в гелиотеплицах различной конструкции в НПО "Солнце" АН Туркмении Р.Б. Байрамова и Л.Э. Рыбаковой [10]. Солнечные теплицы по проекту В.Б. Вейнберга и Н.Н. Боева были построены в 1931-1934 гг., где был достигнут максимум входящей солнечной радиации [19,14]. В 1957 г. была предложена Б.В. Петуховым оригинальная конструкция солнечной теплицы, где впервые были предложены использование камер с аккумуляторами [6].

В 1959 г. Х.А. Кисторян (Армения) исследовал изотермические аккумуляторы, которые предложил использовать в гелиотеплицах [30]. Оригинальные работы по исследованию температурного режима, определению сумм марной радиации, входящей в теплицу и аккумулялированию ее в течение суток выполнены Садыковым Т.А. в 1967 г.(Туркмения). П. Рзаев (Азербайджан) впервые в качестве теплового дублера в гелиотеплицах рекомендовал использовать энергию ветра [7]. Усманов Ю. (Узбекистан) в 1971 г. Разработал рекомендации по практическому использованию солнечных соляных бассейнов для аккумулялирования солнечной энергии в виде тепла [7].

Интересен опыт М. Кима (Узбекистан, 1957 г.) по созданию механически устойчивой конструкции с возможностью аккумулялирования солнечной энергии. Им сконструированы и изучены в процессе эксплуатации полуцилиндрические гелиопарники с аккумуляторами и без них [8]. Рациональные схемы совмещения функций гелиотеплиц с аккумуляторами тепла: подпочвенным с массивом гальки и подпочвенным с тепловым орошением предложены А.Б. Вардияшвили (Узбекистан, 1990 г.) [9].

В статье С.Н. Трушевского (ВИЭСХ) [58] рассмотрена возможность существенного снижения теплотерь шатра зимних теплиц посредством применения двойного ограждения и рационального использования солнечной энергии на примере Центрального региона России. Для эффективного использования избытка солнечного тепла за счет применения линз Френеля, которые обеспечивают равномерную освещенность и предотвращают перегрев растений, а также обеспечивают нагрев теплоносителя.

Очень интересен опыт исследований в условиях резкоконтинентального климата Монголии, проведенный Г. Пурэвдоржем в 1990-98 гг., доказавший возможность выращивания овощей в солнечной теплице с марта по октябрь без дополнительного обогрева от других источников [9]. В последние два десятилетия много усилий было сделано исследователями разных стран с целью изучения возможностей использования солнечной энергии для отопления теплиц. В результате научно-исследовательских работ были разработаны сотни солнечных систем, но немногие из них нашли практическое применение. Сегодня многие исследователи сосредоточили свои усилия по улучшению эффективности пассивных солнечных систем.

Технологии отопления используют аккумуляторы с водой, каменные грядки - аккумуляторы, аккумуляторы с изменением фазы материалов, тепловые шторы. Системы могут быть размещены внутри теплицы, в которой происходит теплообмен непосредственно между системой и воздухом теплицы. Также были использованы для хранения тепловой энергии полиэтиленовые пакеты, пластиковые трубы заполненные водой, их укладывают на пути между рядами растений или вдоль северной стороны теплицы, которые выступают в качестве солнечных коллекторов и аккумуляторов тепла.

Некоторые важные исследования систем с использованием воды для теплового аккумулирования энергии показали, что тепловые аккумуляторы с водой имеют значительное влияние на температуру воздуха в помещении. Система может обеспечить 30-70% нагрузки отопления. Для эффективного хранения тепла в виде воздуха исследователями широко использовали в качестве теплоаккумулирующего материала (ТАМ) гальку и гравий.

Популярный подпочвенный аккумулятор с ТАМ из гравия размером 20-100 мм, который находится под или рядом с грядкой - на глубине от 40 до 50 см. Система может поддерживать температуру на 2-10°C выше температуры наружного воздуха и может покрыть 30-75% от потребности отопления теплицы. Важные исследования, касающиеся использования тепловых штор в теплицах, проводимых различными исследователями доказали свою эффективность во время экстремальных зимних ночей.

Из исследования, проведенного Grafiadellis (1991г. Европейское сообщество по техническим и экономическим аспектам важнейших солнечных систем), было доказано, что солнечным прудам, с фазовым изменением материалов и тепловым насосам необходим очень высокий уровень инвестиций, они имеют очень высокие ежегодные эксплуатационные расходы и с сегодняшними ценами на топливо не экономичны.

Другая группа солнечных систем, где солнечная система используется с подпочвенным обогревом грядок, теплообменная система земля - воздух и системы с плоскими солнечными коллекторами также очень дороги и не всегда экономичны [10]. В том же исследовании было показано, что в третьей группе солнечных систем с пассивными солнечными системами (ПСС) и системой распыления воды в теплицах очень низки капитальные и эксплуатационные расходы (таблица 1).

Таблица 1. Технические и экономические характеристики основных солнечных систем,используемых в теплицах.

Вид солнечной системы	Повышение температуры	Стоимость 1м ² площади теплицы	
		Капитальные затраты (\$)	эксплуатационные расходы(\$)
Плоский пластик.солнечный коллектор	4-5 °С	6499	3519
Системы обмела теплом земля - воздух	5-8°С	17812	6400
Солнечные пруды	10- 15°С	40624	15625
Подпочв, обогрев грядок солнечной системой	5-8°С	16750	603 1
Пассивные солнечные системы	4-5 °С	494	494
Изменение фазы материалов	10- 12°С	30000	10759
Тепловые насосы	10°С	5 1250	19375

Литература

1. Вардиашвили А.Б., Ким В.Д. Гидравлический и теплотехнический расчет подпочвенной аккумулирующей системы гелиотеплиц. //Гелиотехника. 1980. №6. С. 48-53.
2. Вардиашвили А.Б., Ким В.Д., Мурадов М.У. Математическая модель галечного аккумулятора тепла и метод его теплотехнического расчета. //Гелиотехника. 1967. №2, с. 38-43.
3. Вардиашвили А.Б., Ким В.Д., Мурадов М.У. Теплотехнические и гидравлические расчеты и примеры низкопотенциальных тепловых солнечных установок. - Ташкент, Гос. пед. ин-т им. Низами, Г987.
4. Вардиашвили А.Б. Теплообмен и гидродинамика в комбинированных солнечных теплицах с субстратом и аккумулированием, тепла. - Ташкент: ФАН, 1990 - 196 с.
5. Авезов Р.Р., Барский-Зорин М.А., Васильева И.М. и др. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения. - М.: Стройиздат, 1980 - 328 с.
6. Авезов Р.Р., Орлов А.Д. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения - Ташкент: ФАН, 1988. - с. 97.
7. Авезов Р.Р., Хатамов С.О. Система отопления и охлаждения с аккумулированием солнечного тепла и естественного холода в слоях галечника // Тезисы докл. зон. сов. "Исследование, разработка и пути внедрения систем кондиционирования воздуха в зданиях!". Ташкент, 1973, с. 72-76.(12)
8. Александрян К.В., Цатурян А.И. Использование солнечной энергии в теплицах. // Механизация и-электрификация сельского хозяйства. № 1, 1986 - с 7-9.
9. Ю.Байрамов Д. Исследование условий осуществления температурных режимов теплицы с замкнутым водным циклом. Автореферат канд. дис., - Ашхабад, 1971.

10. Бекман У., Клейн С., Даффи Дж. Расчеты систем солнечного теплоснабжения. - М.: Энергоиздат, 1982.

УДК 631.362.662.

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОПТИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ НЕКОТОРЫХ ПРОЗРАЧНЫХ ПОКРЫТИЙ
ГЕЛИОТЕПЛИЦЫ**

А.А.Вардияшвили, Г.Н.Узаков, Ж.К.Пулатов, А.А.Вардияшвили

Каршинский государственный университет

e-mail: vardi41@mail.ru

В работе экспериментально исследуется Физико-механические свойства и фотометрические характеристики во всем доступном диапазоне длин волн, необходимых для расчета теплового баланса пленочных покрытий.

В последние годы светопрозрачную пленку начали использовать как заменитель стекла для культивационных сооружений в виде тоннелей и пленочных теплиц. Это дает возможность получать рассаду более высокого качества, чем в парниках под остекленными рамами.

Преимущество пленочных теплиц, малогабаритных арок и т.д. заключается в том, что в них благодаря герметичности пленки создается благоприятный температурный режим. В течение длительно периода основным материалом для покрытия культивационных сооружений защищенного грунта было стекло. Однако такие сооружения дорогостоящие, что препятствовало расширению площадей теплиц и парников.

В результат обширных исследований физико-механических свойств пленок ученые выявили перспективные виды пленок в овощеводстве полиэтиленовая.

Полиэтиленовая –самая распространенная пленка в овощеводстве. Она представляет собой гибкий, эластичный материал с глянцевой гидрофобной поверхностью, матовая с белесым оттенком. Ее получают полимеризацией этилена, который добывают из нефтяного и природного газа (Ващенко, 1974). Толщина пленки колеблется от 50 до 250 мк, ширина полотна 140-300 см. Для выращивания рассады овощей используется в основном пленка толщиной 100 мк, частично и 150 мк. Полиэтиленовая пленка широко применяется в овощеводстве благодаря ее положительным свойствам: она в 40-50 раз легче стекла, в 1 кг ее в зависимости от толщины содержится от 5 до 20 м², эластична, обладает хорошими физическими и оптическими свойствами, практически не поглощает воду и почти не изменяет линейные размеры, не набухает и не провисает, пропускает 52% ультрафиолетовых лучей, 73% видимого света, 81% коротких инфракрасных и 80% длинноволновых лучей, морозостойка – выносит понижение температуры до - 66°. Однако при использовании следует учитывать и ее недостатки: высокая проницаемость в области длинноволнового теплового

излучения, в результате которого наблюдается большое колебание температуры днем и ночью, снижение прозрачности за 3-4 месяца эксплуатации на 15-20% [1].

Основное назначение светопрозрачного ограждения – пропускать лучистые потоки (наибольший интерес представляют лучистые потоки в видимой и инфракрасной областях спектра и дальней инфракрасной области). Прозрачность материалов для той или иной области спектра зависит от их физической природы. Для ограждающих конструкций культивационных сооружений используют силикатное стекло и полимерные материалы (пленки из полиэтилена, поливинилхлорида, полиамида, стеклопластики).

Способность светопрозрачного материала пропускать поток лучистой энергии определяется коэффициентом пропускания

$$\varphi = \varphi_T (1 - k_{\text{ад}})(1 - k_{\text{о}})k_y, \quad (1)$$

Где φ_T - коэффициент пропускания чистого материала при падении лучей в направлении нормали к поверхности; $k_{\text{ад}}$ - коэффициент, учитывающий загрязнение поверхности (его значение может колебаться от 0 до 0,5); $k_{\text{о}}$ - коэффициент, показывающий степень уменьшения светопрозрачности ограждения за счет несущих конструкций – рам, шпоров, прогонов (для стекла или стеклопластика его значение равно 0,03...0,1; для ограждений из полимерных пленок - 0); k_y - коэффициент, учитывающий угол падения лучей.

При определении φ_T следует учитывать интегральное значение коэффициента пропускания как в области видимого и ближнего инфракрасного, так и дальнего инфракрасного спектра. Все указанные выше светопрозрачные материалы обладают высокой прозрачностью в видимой части спектра (результат теплового излучения) высоким коэффициентом пропускания обладают только пленки из полиэтилена.

Важной теплофизической характеристикой является альбеда r , при помощи которого оценивают способность поверхности отражать солнечную радиацию.

Альбеда зависит от состояния поверхности (гладкая, шероховатая, чистая), физической природы материала, угла падения лучей и ряда других факторов. Величина альбеда равна

$$r = r_T k_{\text{о}}, \quad (2)$$

где r_T - значение альбеда при падении лучей перпендикулярно к поверхности; $k_{\text{о}}$ - коэффициент, учитывающий угол падения лучей. При величине угла между нормалью к поверхности и направлением лучей не более 30° для полимерных пленок и 50° для стекла величина r практически не меняется.

Альбеда стекла равно 0,07. для полимерных пленок его значение примерно в 1,5 раза больше.

Следующей теплофизической характеристикой является коэффициент теплопроводности ограждения. Вследствие малой толщины стенки светопрозрачных ограждений термическое сопротивление мало

($10^{-3} \dots 10^{-4} \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{°С}^{-1}$) и в инженерных расчетах теплового баланса сооружений защищенного грунта его не учитывают.

Потери теплоты через светопрозрачное ограждение можно уменьшить, если внутреннюю и наружную поверхность стекла покрыть специальной селективной пленкой, например, пленкой двуокиси олова, которая содействует уменьшению теплоизлучения в окружающую среду и лучистого потока, поглощаемого внутренней поверхностью ограждения вследствие теплоотражающей способности пленки.

Исследования [2] показывают, что при использовании стекла, покрытого пленкой двуокиси олова, температура воздуха внутри помещения и температура почвы на 8...9° выше, чем в сооружении, остекленном обычным стеклом. Это позволяет применять неотапливаемые культивационные сооружения в более северных районах или раньше вводить их в эксплуатацию. Кроме того, используют оксиды кобальта, железа, титана, хрома. Стекла, покрытые пленкой из этих материалов, имеют более высокие, чем обычное стекло, показатели прочности. Окиснометаллические покрытия несколько снижают светопропускание стекла.

В инженерной практике пользуются такими показателями, характеризующими температурные интервалы применения ограждений, как термостойкость и морозостойкость. Значения этих показателей светопрозрачных ограждений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Термо-и морозостойкость светопрозрачных материалов

Материал	Термостойкость, °С	Морозостойкость, °С
Стекло	-	-
Полиэтиленовая пленка	80	-60
Полихлорвиниловая пленка	65	-15
Полиамидная пленка «Рильсан»	85	-65
Стеклопластик	80	-60

Полимерные материалы по своим физико-химическим свойствам обладают большими преимуществами по сравнению со стеклом. Это дает возможность широко их использовать при выращивании рассады и овощей.

Из существующих полимерных пленок наиболее перспективны полиамидная и полиэтиленовая, пропускающие 80-90% солнечного света. В процессе эксплуатации под действием различных факторов внешней среды светопрозрачность пленок падает, в результате снижается приход суммарной радиации.

Наиболее совершенный тип культивационного сооружения-теплицы. В них удобно проводить уход за овощными культурами, механизировать многие процессы. Однако из-за отсутствия долговечной пленки и ограниченности ее производства пленочные теплицы менее распространены, чем малогабаритные пленочные укрытия тоннельного типа и парники.

В силу герметичности полимерная пленка создает благоприятные условия для роста и развития овощных культур: растения ускоряют созревание, становятся более крупными, что положительно сказывается на повышении урожая и улучшении его качества.

В работе экспериментально исследуются фотометрические характеристики во всем доступном диапазоне длин волн, необходимых для расчета теплового баланса пленочных покрытий. Лабораторные исследования проводили на спектрофотометре СФ-4 и приборах ИСК-14, ИСК-22 и КФК-12. Как правило, материалы, используемые в гелиоустановках в качестве прозрачной изоляции, обладают селективными свойствами их оптические характеристики, в том числе пропускательная, отражательная и поглощательная способности лучистой энергии зависят от длины световой волны. Падающий на пленку световой поток $\hat{O}_0$ делили на отраженный $\hat{O}_R$, поглощенный пленкой $\hat{O}_A$ и прошедший пленку $\hat{O}_D$. При измерении сравнивали световые потоки $\hat{O}_0$ и $\hat{O}_D$. Отношение $\frac{\hat{O}_D}{\hat{O}_0}$, выраженное в процентах, характеризует прозрачность пленки [3].

Спектральные значения оптических величин, в том числе D, R и A для новой и отработанной (использованной на гелиотеплицах) полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм, измеренные на приборах и вычисленные в соответствующих формулах, показывают, что прозрачность ее почти не изменяется.

В длинноволновой части спектра прозрачность почти постоянна для всех исследованных образцов.

Сравнивая оптические характеристики одних и тех же пленок до и после старения, можно заметить, что в процессе эксплуатации поглощательная способность несколько увеличивается, а пропускательная – уменьшается. Изменения эти не очень велики, в среднем можно считать для полиэтиленовой пленки $A \approx 0.2 \div 0.3$; $D \approx 0.64 \div 0.73$; $R \approx 0.05 \div 0.16$.

Литература

1. Н.С.Бакурас, Р.К.Камбаров. Выращивание рассады и овощей в пленочных теплицах. Ташкент издательства «Фан». 1979. 104 с.
2. Б.Х.Драганов, В.В.Есин, В.П.Зуев. Применение теплоты в сельском хозяйстве. Киев: Вища школа. 1983. -239 с.
3. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. М., «Советское радио», 1978. -399 с.

ВЛИЯНИЕ ИОННОЙ БОМБОРДИРОВКИ НА ПРОФИЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМЕСНЫХ АТОМОВ ПО ГЛУБИНЕ СИСТЕМЫ Ni–GaP

А.А. Абдувайитов, Ж.Б. Хужаниёзов, Х.Х. Болтаев, Г.А.

Розиков, Х. Содикова

Ташкентский государственный технический университет, Ташкент

KhujaniyozovJB@mail.ru

Известно [1], что для решения ряда технических задач, например в создании устройств для корреляционной обработки оптических и электрических сигналов широко используются фоторезистивные плёнки из GaP, CdS и другие осажденные на прозрачных диэлектрических подложках с прозрачными металлизированными слоями типа ситал SnO₂.

Структура Ni–GaP–SnO₂ получена путем испарения и затем осаждения молекулярных потоков материалов отдельных компонентов на диэлектрическую подложку типа ситал. На подложке сначала осаждался слой SnO₂ толщиной 1 мкм, а затем на его поверхность слой GaP толщиной 1 мкм. На отдельных областях поверхности плёнки GaP осаждался никелевый контакт в виде полосы толщиной около 1 мкм. Перед осаждением пленок подложка (ситал) обезгаживалась при T=900 К в течение 5-6 часов. Осаждения осуществлялось в условиях высоко вакуума (P=10⁻⁶ Па) в двух режимах. В первом режиме пленки осаждались последовательно в одинаковых условиях без прогрева. Во втором режиме после осаждения определенного типа пленки проводился прогрев в течение 1 часа: после осаждения SnO₂ при T=900 К, после осаждении GaP–750 К, после осаждение Ni–700 К. Состав поверхности контролировался методом Оже-электронной спектроскопии (ОЭС), профиль распределение снимались методом ОЭС в сочетании травлением поверхности ионами Ag⁺. Энергия ионов составляла 3 кэВ, плотность тока 0,5–1 мкА·см⁻², пучок падал на поверхность мишени под углом ~80° относительно нормали.

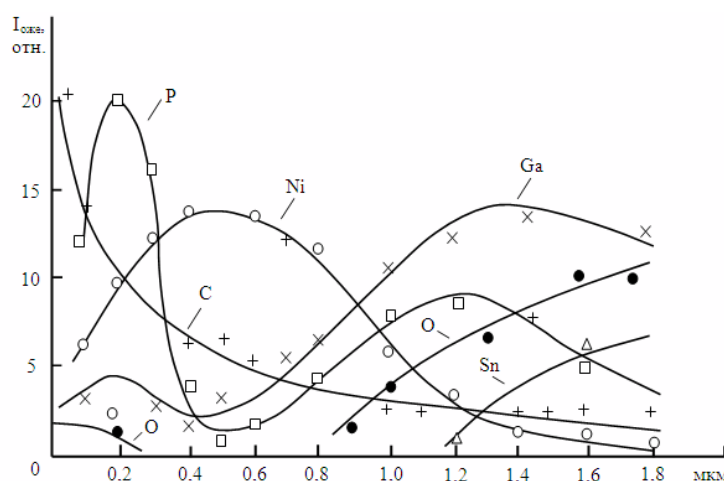


Рис.1. Графики профилей распределений концентрации элементов (Ni, Ga, P, O, Sn, C) для системы Ni–GaP–SnO₂ – ситал.

На основе анализа оже-спектров снятых в сочетании с ионным травлением были построены графики профилей распределений концентрации элементов Ni, Ga, P, Sn, O, C для системы, Ni–GaP–SnO₂. Из рис.1, видно, что резкая граница между пленкой Ni и GaP отсутствует, что обусловлено, по-видимому, процессом взаимной диффузии атомов указанных пленок и их примесей во время роста. Отметим что, с ростом глубины концентрация углерода монотонно уменьшается. Можно полагать, что атомы углерода в основном появляются на поверхности в процессе имплантация никеля.

Наличие в объема и на поверхности плёнки GaP примесных элементов O, K, Na, и др, по видимому является основной причиной изменения удельных сопротивлений металлических контактов наносимых на поверхность полупроводниковых плёнок. Действительно, примесные элементы из числа щелочных металлов и кислорода находясь на поверхности полупроводниковых плёнок мигрируют и могут собираться на границе между металлическим контактом и плёнкой и, соответственно приводит к окислению и образованию щелочное – металлических соединений [3].

Из низкоэнергетической части оже-спектра Ni, снятые после послойного травления поверхности Ni в пределах 0,4; 0,8 и 1,0 мкм (рис. 2) видно, что вблизи M₂M₄M₅ – пика Ni (E = 61 эВ), начиная с глубины ~ 0,6 мкм, появляется сателлитный пики с энергией 54 эВ.

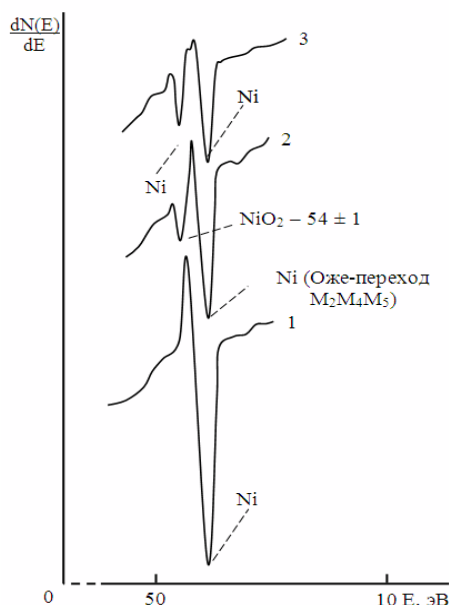


Рис.2. Низкоэнергетические Оже-пики никеля с энергией 61 эВ (переход M₂M₄M₅), полученные после снятия поверхности её в пределах 1, 2 и 3 ионным травлением.

Таким образом, результаты экспериментов показывают для получения надежных омических контактов в системах типа металл-полупроводник необходимо проводить обезгаживание в условиях высокого вакуума после каждого цикла осаждения полупроводниковых и диэлектрических пленок, до требуемой температуры.

Литература

1. Алексеев А.А., Олянич Д.А., Утас Т.В., Котляров S. Nilavazhagan, S. Muthukumazan, M. Ashokkumar. Journal of Materials Science: Materials in Electronics. 2015. Vol.26. pp. 3989-3996.
2. Абдувайитов А.А., Болтаев Х.Х. // ЖТФ. 2015. Т. 85. Вып. 4 С. 145–147.
3. Кривелевич С.А., Ускова Е.А. Химическая физика и медоскопия. 2011. Т. 13. № 2. С. 238-244.

ВЛИЯНИЕ ИОННЫХ ПУЧКОВ Ar^+ НА СОСТАВ И СТРУКТУРУ ПОВЕРХНОСТИ GaAs

Б.Е. Умирзаков¹, З.А. Турсунметова², И.Р. Бекпулатов¹, Ж.А. Уролов¹

¹ Ташкентский государственный технический университет, 100095
Ташкент, Узбекистан, *e-mail: bekpulatov85@rambler.ru

² НИИ Физики полупроводников и микроэлектроники, 100057 Ташкент,
Узбекистан

При бомбардировке монокристаллов Si, Mo и других однокомпонентных материалов ионами Ar^+ происходит разупорядочение приповерхностных слоев без заметного изменения их состава. В случае многокомпонентных материалов, в частности бинарных материалов разупорядочение сопровождается разложением материалов на составляющие и резкому изменению состава, электронной структуры (плотности состояния валентных электронов и параметров энергетических зон) [1,2]. Эти изменения зависят от энергии, дозы и угла падения ионов Ar^+ . Однако такие исследования в случае GaAs не проводились.

Настоящий тезис изучению влияния бомбардировки ионами Ar^+ на состав и структуру поверхности GaAs и зависимости этих изменений от угла падения ионов.

На рис.1 приведены оже-спектры чистого GaAs и GaAs бомбардированного ионами Ar^+ с $E_0 = 1$ кэВ разными дозами облучения при $\varphi = 0$. ОЭС снимались при энергии первичных электронов $E_p = 2$ кэВ. Видно, что на спектре чистого GaAs имеются малоинтенсивные пики С и О. Расчеты показали, что поверхностная концентрация Ga составляет ~ 46 ат.%, As ~ 45 ат.%, С ~ 8 ат.% и О $\sim 0.5 - 1$ ат.%.

После бомбардировки ионами Ar^+ с $D = 10^{15} \text{ см}^{-2}$ интенсивности оже-пигов As резко увеличиваются, Ga – уменьшаются (кривая 2), а при $D = 10^{17} \text{ см}^{-2}$ интенсивности оже-пигов As уменьшаются, Ga – увеличиваются (кривая 3). Динамика изменения концентрации основных и примесных атомов приведены на вставке рис. 1. Видно, что начиная с $2 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-2}$ происходит разложение GaAs на составляющие. При изменении дозы в интервале $\sim 2 \cdot 10^{14} - 5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$ концентрация Ga уменьшается до 28 ат.%, а углерода на 4 ат.%. Естественно, что при этом C_{As} увеличивается до ~ 68 ат.%. В интервале $5 \cdot 10^{15} - 10^{17} \text{ см}^{-2}$ C_{Ga}

увеличивается до ~ 68 ат.%, C_C уменьшается до нуля, а C_{As} составляет ~ 32 ат.%. Такая концентрация сохраняется до глубины $\sim 25-30$ Å, т.е. при больших дозах происходит интенсивная десорбция (а также некоторая диффузия вглубь образца) As с поверхностных слоев. При этом приповерхностная область с толщиной $\sim 80-100$ Å полностью разупорядочивается. Прогрев этой системы при 850 К в течении 30-40 минут приводит к образованию монокристаллического GaAs с высокой чистотой: $C_O=0$ (в пределах чувствительности оже-спектрометра); 1-2 ат.%. По-видимому, при прогреве полностью испаряются слои с толщиной не менее 25-30 Å.

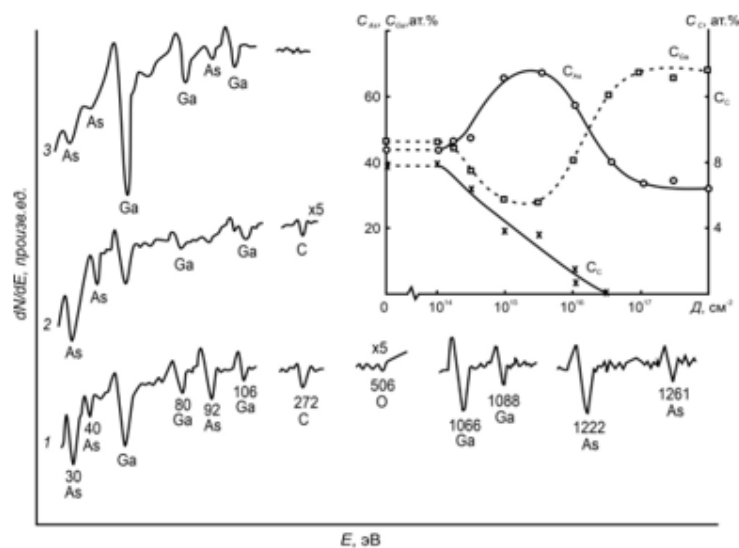


Рисунок 1. Спектры ОЭС чистого GaAs бомбардированного ионами Ar^+ с $E_0 = 1$ кэВ при D , cm^{-2} : 1 – 0 (чистый GaAs); 2 – 10^{15} , 3 – 10^{17} . На вставке зависимость C_{As} и C_{Ga} от дозы облучения. $\phi = 0$.

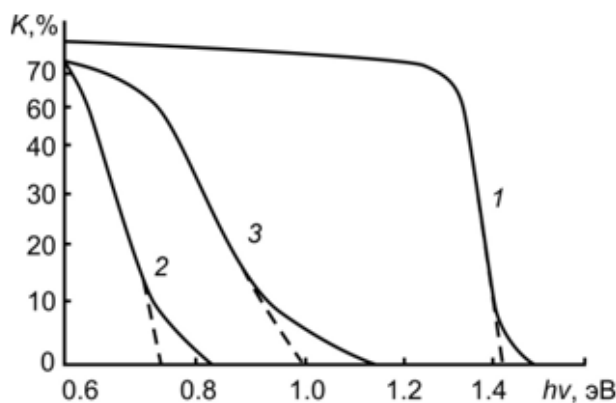


Рисунок 2. Зависимость K от $h\nu$ для 1 – чистого GaAs (111). 2 – GaAs (111) бомбардированного ионами Ar^+ с $E_0 = 1$ кэВ при $D = 5 \cdot 10^{15} cm^{-2}$ и углом $\phi = 0^\circ$; 3 – $\phi = 72^\circ$.

На рис. 2 приведены спектры поглощения света (зависимость коэффициента поглощения K от энергии фотонов $h\nu$) для GaAs до и после

бомбардировки ионами Ar^+ с $E_0 = 1$ кэВ дозой $5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$ при углах падения $\varphi = 0$ и 72° относительно поверхности. Видно, что в случае чистого GaAs значение K в интервале 0.6-1.3 эВ практически не меняется и составляет $\sim 78\%$. Можно полагать $\sim 22\%$ падающего света отражаются от поверхности. Начиная с 1.3 эВ K резко уменьшается и при 1.45 эВ приближается к нулю. Экстраполяция этой части кривой к оси $h\nu$ дает примерное значение ширины запрещенной зоны $E_g = 1.41$ эВ. В случае бомбардировки ионами Ar^+ под углом 0° значение E_g составляет 0.75 эВ, а под углом 72° - 0.98 эВ.

Литература

1. Tashmukhamedova D.A., Umirzakov B.E. // Surface and Coating Technology. 2002. V. 158 – 159. С. 704.
2. Hussain S., Gayen R.N., Dutt M.B., Pal A.K. // Indian Journal of Pure & Applied Physics. Vol. 50, September 2012, pp. 650-656.

ЗАВИСИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗОН ОТ ГЛУБИНЫ ИОННО-ЛЕГИРОВАННОГО СЛОЯ ДЛЯ Si ИМПЛАНТИРОВАННОГО ИОНАМИ Ba^+

А.К. Ташатов¹, Н.Р.Холмұминов¹, Н.М. Мустафоева², М.Б.Ражабов²

¹Каршинский государственный университет

²Каршинский инженерно экономической институт

mustafoyevan@gmail.com

В настоящее время хорошо изучены состав, структура и свойства нанопленок силицидов металлов. Однако их изменения на различных глубинах переходного слоя силицид-кремний практический не исследованы. Поэтому настоящая работа посвящена изучению зонной структуры на поверхности и фиксированных глубинах приповерхностных слоев Si, имплантированного ионами Ba^+ с энергией $E_0=0,5$ кэВ при дозе насыщения.

Зонно-энергетические параметры исследуемых образцов определяли с помощью спектров фотоэлектронов, приведенных на рис. 1. Спектры сняты при $h\nu=10,2$ эВ. По оси абсцисс отложена энергия связи электронов $E_{\text{св}}$. Кривые энергетического распределения нормированы так, что площади под ними пропорциональны величине квантового выхода для всех образцов. Структура кривых распределения фотоэлектронов приблизительно отражает структуру плотности состояния электронов валентной зоны [1-3].

Параметры зон в интервале d от 0 до 25 Å заметно не меняется. На спектре фотоэлектронов снятых с поверхности содержится 3 явно выраженных максимумов. Максимумы при $E_{\text{св}} = -1$ эВ и $-3,5$ эВ объясняется образованием соединений типа BaSi и BaSi_2 , а максимума при $E_{\text{св}} \approx 1$ эВ наличием на поверхности ионно-легированного слоя большого количества несвязанных атомов Ba, которые приводит к образованию узкой примесной зоны вблизи $E_{\text{с}}$.

При $d \approx 35 \text{ \AA}$ квантовый выход фотоэлектронов заметно уменьшается. Максимум при $E_{\text{св}} \approx 1 \text{ эВ}$ полностью исчезает, интенсивности максимумов при $E = -1 \text{ эВ}$ и $-3,5 \text{ эВ}$ резко уменьшаются, а их положения существенно не меняются. Можно полагать, что максимум при $E = -1 \text{ эВ}$, относятся соединению BaSi , а максимум при $E = -3,5 \text{ эВ}$ – соединению BaSi_2 .

На глубине $d \approx 80 \text{ \AA}$ устанавливаются основные особенности кривой энергетического распределения фотоэлектронов, характерные для Si .

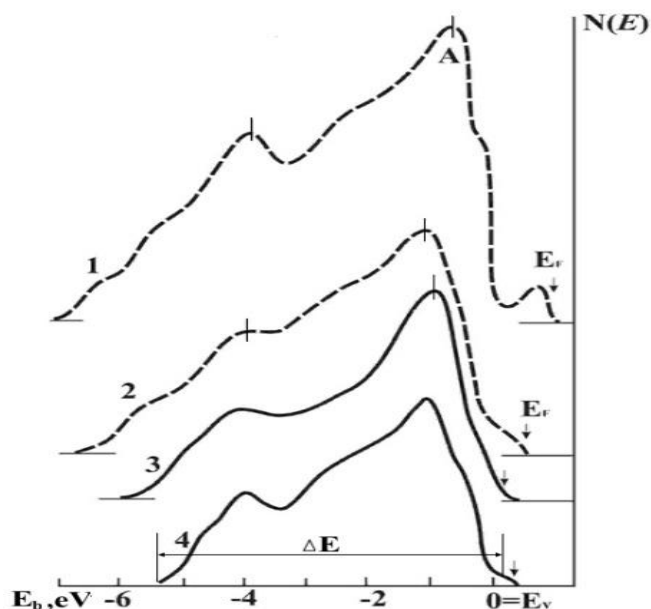


Рис.1. КЭР фотоэлектронов снятых с различных глубин d для $\text{Si}(111)$, имплантированного ионами Ba^+ с $E_0=0,5 \text{ кэВ}$ при $D = 6 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$: 1 – $d = 0$ (поверхность); 2 – $d = 35 \text{ \AA}$; 3 – $d = 80 \text{ \AA}$; 4 – чистый $\text{Si}(111)$.

Значение фотоэлектронной работы выхода Φ , которая соответствует положению E_v определяли из соотношения $E_v = h\nu - \Delta E$, где ΔE – ширина кривой энергетического распределения. Положения E_F , т.е. термоэлектронная работа выхода образцов вычислена по формуле $\phi = eE_{\text{крп}} - \phi_{\text{кол}}$ ($E_{\text{крп}}$ – контактная разность потенциалов между мишенью и коллектором; работа выхода коллектора $\phi_{\text{кол}} = 4,3 \text{ эВ}$). Величину ширины запрещенной зоны E_g оценивали по спектрам упруго отраженных электронов. Положения E_c находили из соотношения $E_c = E_v - E_g$. В случае чистого кремния $E_g = 1,1 \text{ эВ}$, а $E_c = 3,7 \text{ эВ}$.

Физико-химические свойства кремния, легированного ионами Ba^+ с $E_0=0,5 \text{ кэВ}$ высокой дозой, до глубины $25 \div 30 \text{ \AA}$ заметно не изменяются, т.е. в приповерхностной области образуется почти однородный слой. Между этим слоем и нелегированной областью имеется переходной слой, толщина которого составляет $\sim 40\text{-}50 \text{ \AA}$.

Литература

1. Нормурадов М.Т., Умирзаков Б.Е. Энергетические спектры поверхности твердых тел, имплантированных ионами низких энергий. Ташкент: Фан, 1989. 156 с.

2. Дубов В.Л., Фомин Д.В. // Успехи прикладной физики, 2016, том 4, № 6
3. Адамчук В.К., Федосеенко С.И. // Изв. АН СССР, Сер.физ. 1979, Т.43, №3, стр. 523.

ОБРАЗОВАНИЯ ИНТЕРМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ОБЛАСТИ Pd И Pd-Ba В ПРОЦЕССЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

А.К. Ташатов¹, С.Б. Донаев², Д.Х. Бекмуродов¹, С.Н. Эшбобоев¹

¹Каршинский государственный университет

²Ташкентский государственный технический университет

atashatov@mail.ru

В современных электровакуумных приборах СВЧ, в частности импульсных магнетронах до сих пор успешно используются сплавные катоды типа Pd-Ba. Однако с переходом к наноразмерным слоям существенно увеличивались требования к размерам и микроструктуре поверхности, однородности состава, электрическим параметрам и сроку службы этих катодов [1,2]. Катод PdBa представляет собой двухфазный сплав с массовой долей бария 0,5...2 %, причем одна фаза – интерметаллическое соединение Pd₂Ba или Pd₅Ba, вторая – тугоплавкий металл [2].

На рисунке 1 приведены фотоэлектронные спектры снятые при $h\nu = 10,8$ эВ, для Pd, легированных ионами Ba⁺ с $E_0 = 0,5$ кэВ разными дозами. Видно, что в обоих случаях ионная имплантация приводит к увеличению площади под кривой энергетического распределения (квантового выхода фотоэлектронов) и резкому изменению ее структуры. В случае Pd положение основного пика Pd с ростом дозы облучения монотонно смещается в сторону больших энергий связи и плотность электронов вблизи уровня Ферми увеличивается. Одновременно наблюдается уширение кривой распределения фотоэлектронов и появление нового пика в ее низкоэнергетической части. Эти изменения происходят до дозы $D=6 \cdot 10^{16}$ см⁻². При этом в спектре наряду с указанными пиками ($E_{св} \approx -1,8$ и $5,1$ эВ), появляется особенность при $E_{св} \approx 0,3$ эВ. Энергетические положения основных особенностей на КЭР фотоэлектронов ионно-легированного Pd существенно отличается от таковых для чистого Pd и Ba. Подобные изменения спектра являются следствием образования химических соединений между атомами легирующего элемента и матрицы. Анализ данных ЭОС и ВИМС показал, что при низких энергиях и высоких дозах ионов почти 80 – 85 % атомов бария входят в химическую связь с атомами матрицы. При этом в поверхностном слое палладия в основном образуется соединение типа PdBa. По-видимому, вследствие переноса 5d и 6s валентных электронов бария к незаполненным «дыркам» 4d-оболочек палладия происходит увеличение электронной плотности в окрестности атомов Pd.

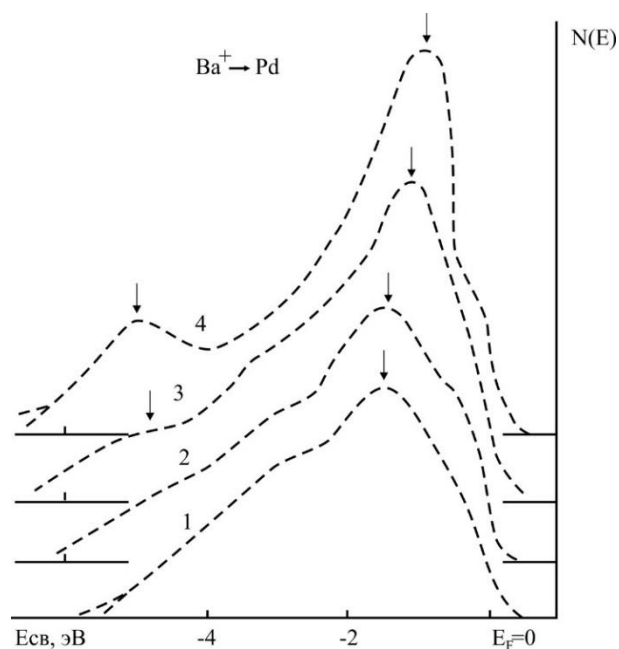


Рисунок 1. Спектры фотоэлектронов Pd, легированного Ba⁺ с E₀ = 0,5 кэВ при дозах D, см⁻²: 1 – 0; 2 – 6·10¹⁴; 3 – 6·10¹⁵; 4 – 8·10¹⁶

Процесс распыления приводит к движению поверхности в сторону пучка. Релаксация упругих напряжений – в обратном направлении. Совокупное действие всех перечисленных факторов приводит к установлению почти постоянной концентрации примеси по толщине ионно-внедренного слоя с достаточно резким спадом на его границе.

Литература

1. Ли И.П., Леденцова Н.Е., Поляков В.С., Силаев А.Д. и др. // Научные технологии, 2014, № 11, Том 15, с.32-38.
2. Donaev S.B., Umirzakov B.E., Mustafaeva N.M. Emissivity of laser-activated Pd–Ba alloy // Technical Physics, Vol.64, Issue 10 (2019), pp.1541-1543.

ТЕМИР АТОМИ БИЛАН ЛЕГИРЛАНГАН КРЕМНИЙ ХОССАЛАРИ

З.М. Хусанов¹, А.А. Акбаров², М.К. Хусанова³, С.М. Хужакулов⁴

¹ЎзМУ ҳузуридаги Яримўтказгичлар физикаси ва микроэлектроника илмий-тадқиқот институти.

²Ислом Каримов номидаги ТДТУ Қўқон филиали,

³Тошкент шаҳар Олмазор тумани 315-мактаб

⁴Қарши муҳандислик иқтисодиёт институти

Аннотация. Кремнийдаги темир атомлари ҳолатлари ўрганилган ва n-Si ни темир билан диффузия қилиб, легирлаш солиштирма қаршилиқ катталигининг кескин ошиши ўтказувчанлик типини p-типига ўзгаришига олиб келиши аниқланган. Бу темир кремнийга киритилганда ҳам акцептор ҳам донор марказлар олиб кириши ҳақида далолат беради.

Калит сўзлар: кремний, нодир элемент, темир, диффузия, солиштира қаршилик.

Бугунги кунда маълумки, Si кремнийни нодир элементлар билан легирлаш, бунда яримўтказгичли асбоблар ва интеграл схемалар ишчи ҳарактеристикаларига катта таъсир кўрсатади [1-2]. Бундан ташқари, адабиётларда нодир элементлари (НЭ) атомлари фаоллиги ва уларнинг бошқа нуқсонлар билан ўзаро таъсирлашуви ҳақидаги зиддиятли маълумотлар ҳам мавжуддир. Кўпгина тадқиқот ишларида НЭ атомлари электр фаолликлари ҳақидаги маълумотлар тўлиқ эмас. Маълумки, ўстиришда кремнийга киритилган НЭ юқори кимёвий фаолликка эга бўлиб, кремнийда электр жихатдан фаол бўлмаган ҳолатда иштирок этади [3-4].

Шунинг учун ушбу ишнинг мақсади кремнийда Fe-темир атомлари ҳолатини ва уларнинг ўсувчи киришмалар билан ўзаро таъсирини комплекс текширишдан иборат.

Бошланғич Si кремний КЭФ-50 танлаб олинган.

Бошланғич намуна—[КЭФ-50] (Исходний Si) 1-жадвал

Si	Ток ташувчиларнинг концентрацияси, n (см^{-3})	Ток ташувчиларнинг ҳаракатчанлиги, μ ($\text{см}^2/\text{Вс}$)	Намуналарнинг солиштира қаршилиги, ρ ($\text{Ом}\cdot\text{см}$)	Ўтказувчанлик тури (типи)
	1,402E+14	9,855E+2	5,016E+1	n

Диффузия ҳарорати $T_d=900-1000$ °C да Si га Fe нинг киритилиши n-Si ларнинг солиштира қаршиликларини деярли ўзгартирмайди. n-Si кристалларида $T>1100$ °C да темир диффузиясидан кейин солиштира қаршиликлари ρ ошган . [5-6].

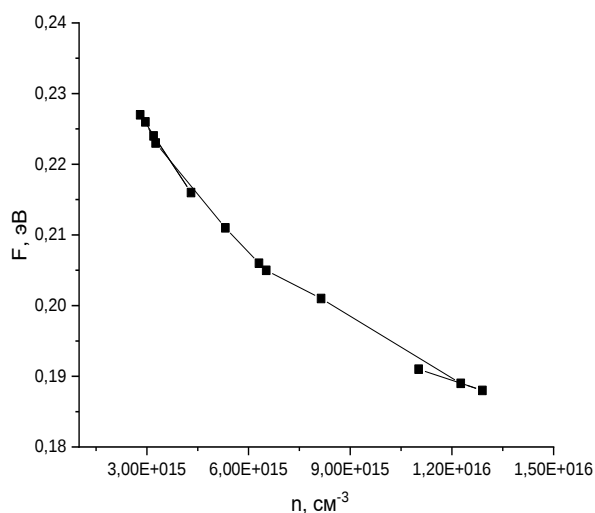
1200 °C да 10 соат давомида Si да Fe диффузиясидан кейин солиштира қаршилиги ρ ни ўлчашлар натижалари 2-жадвалда берилган.

Темир атоми учун Si<Fe> $T=1200$ °C, $t=10$ соат 2-жадвал.

№	Олиб ташланган қатлам қалинлиги, X (мк)	Ток ташувчиларнинг концентрацияси, n (см^{-3})	Ток ташувчиларнинг ҳаракатчанлиги, μ ($\text{см}^2/\text{Вс}$)	Намуналарнинг солиштира қаршилиги, ρ ($\text{Ом}\cdot\text{см}$)	Ўтказувчанлик тури (типи)
1	5	1,290E+16	1,191E+2	4,062E+0	p
2	10	1,226E+16	1,070E+2	4,758E+0	p
3	20	8,142E+15	1,473E+2	5,204E+0	p
4	30	6,523E+15	1,376E+2	6,953E+0	p
5	40	6,308E+15	7,625E+1	1,298E+1	n
6	50	5,315E+15	9,345E+1	1,257E+1	n
7	60	3,260E+15	1,549E+2	1,236E+1	n
8	70	2,957E+15	1,789E+2	1,180E+1	n
9	80	2,802E+15	1,660E+2	1,342E+1	n
10	90	4,303E+15	1,117E+2	1,299E+1	n
11	100	3,200E+15	1,673E+2	1,166E+1	n

Биринчи сирт соҳа солиштирма қаршилик ρ нинг 4-5 тартибга кескин ўсиши билан, иккинчиси эса, кремний хажмида солиштирма қаршилик ρ нинг деярли текис тақсимоти билан характерланади [7-8]. Бунда шуни қайд этиш керакки, назорат намуналарида (НЭ киришмаларисиз) солиштирма қаршилик ρ нинг қиймати чуқурлик бўйича сезиларли ўзгармайди.

Олинган натижалар асосида Ферми сатҳи бу монокристалл кремний учун аниқланган (Расм 1.)



Расм.1. Кремний n-типида темир билан легирлангандан сўнг Ферми сатҳининг яққол ўзгариши.

Олинган натижалар шуни кўрсатадики, Ферми сатҳи концентрацияси ортиши билан ортиб боради (Расм1). Натижалардан n-Si нинг темир билан диффузия қилиб, легирланиши, солиштирма қаршилик қийматининг кескин ошишига олиб келиши, бу темир атоми кремнийга киритилганда ҳам донор, ҳам акцептор даражалари ҳосил бўлишини кўрсатади деб хулоса қилиш имконини беради.

Адабиётлар:

1. Khojakbar S. Daliev «The Energy Spectrum of Defects in Silicon, Doped with Vanadium» World Journal of Research and Review (WJRR) ISSN:2455-3956, Volume-5, Issue-2, // 2017. Pages 54-56
2. Bakhadirkhanov M.K., Isamov S.B., Zikrillayev N.F., Tachilin S.A. «Quantometers of solar IR radiation based on silicon with multicharged nanoclusters of magnesium atoms». // Applied Solar Energy (English translation of Cellotekhnika). 2012. 48 (1). С. 55-57.
3. С. Зайнабидинов. Физические основы образования глубоких уровней в кремнии. // Т. Фан. 1984 г. С. 121.
4. Э.М. Омеляновский, В.И. Фистуль. Примеси переходных металлов в полупроводниках. // М., Металлургия, 1983. С.192.

5. Далиев Х. С., Лебедев А. А. Свойства легированных полупроводниковых материалов. // 1990. М.: Наука
6. З.М. Хусанов, А.А.Акбаров. “Металларда ва бошқа элементар кристаллардаги хусусий атомлар диффузияси”. Таълим жараёнида аниқ ва табиий фанлар инавацион татқиқотларининг долзарб масалалари Республика илмий – амалий анжумани. // Қўқон ДПИ – 2020 й. 29 – май. 101-105 б
7. Kh.S. Daliev, Z.M. Khusanov, F.A. Saparov “Study of temperature effects in structures Silicon with Vanadium” Яримўтказгичлар физикаси микро ва наноэлектрониканинг фундаментал ва амалий муаммолари” мавзусидаги 1-халқаро анжуман // Тошкент 2021. с. 16-17
8. Далиев Х.С., Тукфатуллин О.Ф., З.М. Хусанов., Йулдошев З.Н. “Спектры ИК-поглощения в кремнии, легированном ванадием и железом” Ўзбекистон Миллий Университети ҳузуридаги яримўтказгичлар физикаси ва микроэлектроника илмий-тадқиқот институти Ўзбекистон физик-талабалари ва ёш олимлар ассоциацияси “Ёш олимлар ва физик талабаларнинг I-Республика илмий анжумани (ЁОЛФТРИА-I)” // Тошкент 2021 й. 23-24 б.

4-ШУЪБА

НАЗАРИЙ ФИЗИКА, АТОМ ЯДРОСИ ВА ЭЛЕМЕНТАР ЗАПРАЛАР ФИЗИКАСИ

QGS MODEL AND ITS APPLICATION FOR INELASTIC DC INTERACTIONS AT A MOMENTUM OF 4.2 AGeV/c

**Raxmatulla Nurmurodovich Bekmirzaev¹, Mamadali Usanovich Sultanov²,
Quvondiq Kholmrod ogli Yakhshiboyev³, Suhrob Kenjayevich Yuldashev⁴**

¹Jizzakh State Pedagogical University, Jizzakh.

²Samarkand State Architecture and Civil Engineering Institute, Samarkand.

³Academik Liseum of Samarkand State Architecture and Civil Engineering
Institute, Samarkand.

⁴Samarkand State University, Samarkand, suyuld@mail.ru

The main ideas of the QGS model are given, such as the process of formation of quark-gluon strings and the choice of their limited number, modeling of string breaking with the formation of hadrons. The data of theoretical calculations by QGS model are compared with the experimental results obtained for dC-inelastic interactions. The technique for obtaining experimental data is briefly described. Analysis and comparison of model and experimental information shows that the QGS model reproduces well the interactions of light colliding nuclei at energies of 4.2 GeV/c, and it is applicable up to the energy of nuclear interactions of 10 GeV/nucleon.

Details of the Quark-gluon String Model (QGS)

The modeling of Hadron collisions at high energies is carried out in three stages:

- 1) Selection of the process of formation of a certain number and type of quark-gluons;
- 2) Determine the part of the transverse momentum of the hadrons carried by the constituents and the transverse momentum of the constituents. Knowing this, it is possible to calculate the mass and momentum of a quark-gluon string.
- 3) Modeling the breaking of the string by the formation of hadrons.

dC-interactions with momentum 4.2 A•GeV/c

Experimental statistics were collected using a two-meter propane bubble chamber, which contained information about the beams of secondary particles formed in events and their kinematic characteristics. This information allows us to isolate the events that took place under the influence of the falling nucleus, and to study the properties of secondary particles and fragments formed in these processes. A detailed description of the experimental statistical data collection and experimental method is given in [1-3].

There is a kinematic relationship between the momentum and the angle of the non-participating fast protons. However, the analysis of the physical data obtained in the experiment did not include impulse-angle distribution. Also, the magnitudes $P < 0.30$ GeV/c, $P > 3.0$ GeV/c and $\theta < 4^\circ$ were obtained by calculations. The large

experimental material collected using the propane bubble chamber allows for a more in-depth study of the composition of the spectator particles to determine the impulse-angle distribution, to separate the non-participating protons from the sizes used. The obtained results allow to clarify the separation of particles involved in nuclear interactions.

So far, a lot of experimental data have been collected for the cumulative to appear processes of particles. However, it should be noted that much of the experimental data was collected in electronic experiments. In such an experiment, particles that emerge or form at a small angle are not recorded. Therefore, the experiment cannot be performed in full 4π geometry.

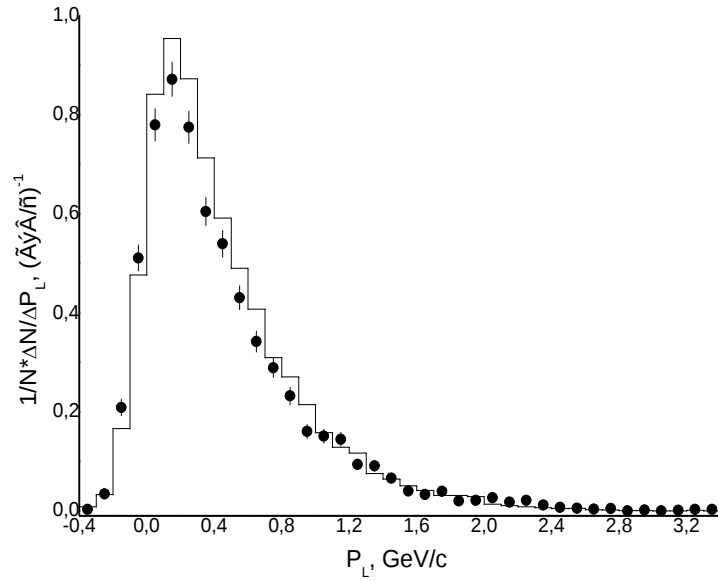


Fig. 1. The total momentum distribution of the π^- mesons in dC-inelastic collisions. Histogram QGSM model calculations.

Low experimental data on 4π geometry were obtained. Therefore, it is important to study the formation of cumulative particles in large experimental statistics.

Fig.1 shows the full-length momentum distribution of protons formed in dC-collisions isolated under the above conditions. In this distribution, too, the model calculations represent the experimental results well.

Low experimental data on 4π geometry were obtained. Therefore, it is important to study the formation of cumulative particles in large experimental statistics.

In conclusion, QGSM calculations can sufficiently accurately represent the kinematic characteristics of secondary protons and negative pions formed in inelastic collisions of light nuclei with a momentum of 4.2 GeV/c. The majority of secondary particles formed in interactions show significant deviations from normal values at certain intervals of momentum or velocity. To correct these shortcomings, in our opinion, it is necessary to reconsider the algorithm of Δ -isobars formed during the reaction and make the necessary corrections.

Reference

1. Султанов М.У., Усаров А.А., Тухтаев У.У., Кодиров А.А., Яхшибоев К.Х., Нурмуродов Л.Т. Влияние центральности столкновений к образованию заряженных пионов и протонов в dC-взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с. СамГУ, Научный вестник, 2020 г. №1(119), стр.112-116.
2. Simiê Lj, Backoviê, Agakishiyev H.N., Kladnitskaya E.N., Cheplakov A.P. Influence of the collision centrality upon negative partical production in dC, α C and CC interactions at 4.2 GeV/c per nucleon. Z.Phys. C-Particles and Fields 48,577-580 (1990).
3. Sultanov M.U., Daminov F., Aliqulov S.S., Bekmirzaev R.N., Bekmirzayeva X., Xolbutayev Sh. Dependence of formation of secondary protons and π^- -mesons in dC, α C and CC-intractions at 4.2 GeV/c on the degree of centrality. International conference Nuclear Science and Its Application. Samarkand, Uzbekistan, September 25-28, 2012. p.131-132.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕНТРАЛЬНОСТИ $^{12}\text{C}+^{12}\text{C}$ СТОЛКНОВЕНИЙ ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4,2 АГэВ/с

Султанов Мамадали Усанович¹, Йўлдашев Сухроб Кенжаевич²,
Яхшибоев Кувондик Холмурод ўгли³, Муродов Шухрат Юнус ўгли⁴

¹Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт, Самарканд, suyuld@mail.ru

²Самаркандский государственный университет, Самарканд.

³Академический лицей Самаркандского государственного архитектурно-строительного института, Самарканд.

⁴преподаватель АЛ Самаркандского филиала ТУИТ.

Возможным свойством соударений адронов и ядер с ядрами это значительное увеличение множественности заряженных частиц по отношению к множественности нуклонных взаимодействий. Количество взаимодействующих нуклон-нуклонных пар при соударений ядер соответствует понятию центральности соударения. Оно определяет объем области перекрытия сталкивающихся ядер и связано с прицельным параметром соударения. Объем перекрытия, в свою очередь, связан с количеством нуклонов участников $n^{уч}$, находящихся в этом объеме и испытавших неупругое рассеяние. Полученные данные [1] показали, что множественность частиц и их суммарная поперечная энергия прямо пропорциональны на число частиц, $n_{час}$, участвующих во взаимодействии. Это означает, что для выделенных значений множественности или поперечной энергии может быть определена средняя величина вторичных частиц. По модели Глаубера распределение получается усреднением протон-протонных соударений в соответствии с эффективным числом парных взаимодействий. Величина нуклонного неупругого сечения принималась в расчетах равной 64 ± 5 мб. Таким образом, интервалы центральности

определяются в соответствии с долей полного сечения рассматриваемых соударений.

В данной работе экспериментальным материалом служить стереоснимки, полученные при облучении 2-х метровой пропановой камеры ЛВЭ ОИЯИ в пучке ядер углерода с импульсом 4,2 ГэВ/с на нуклон. Взаимодействия ядер углерода с углеродной мишени отбирались из всех 37100 С (C_3H_8)- событий по определенным критериям [1,2] и отбирались 20527 «чистых» СС-соударений.

Модель FRITIOF предполагает двухчастичную кинематику неупругих нуклон-нуклонных взаимодействий $a + b \rightarrow a' + b'$, где a' и b' возбуждение состояния исходных нуклонов. Возбужденные состояния характеризуется массой. В модифицированной модели FRITIOF нижняя граница масс возбужденных нуклонов 1,1 ГэВ и средний квадрат поперечного импульса, которым обмениваются сталкивающиеся нуклоны: $0,15 \text{ (ГэВ/с)}^2$, определены при описании характеристик пр-взаимодействий в интервале импульсов 1,25-5,1 ГэВ/с [2]. В случае адрон-ядерных и ядро-ядерных взаимодействий предполагается, что нуклоны, возбужденные в первичных соударениях, могут взаимодействовать как между собой, так и с другими нуклонами ядра и увеличивать свою массу. Вероятности многократных соударений вычисляются в глауберовском подходе. В настоящей работе мы учитываем не только неупругие перераспределения нуклонов. Возбужденные адроны рассматриваются как струны в КХД. Для описания разрушения ядер на быстрой стадии взаимодействия модель FRITIOF была дополнена реджеонной моделью разрушения ядер. На первом этапе с помощью глауберовского приближения определяется число «раненых» нуклонов, претерпевших неупругое взаимодействие. На втором этапе рассматриваются непрореагировавшие нуклоны. Такие нуклоны вовлекаются в реджеонный каскад с вероятностью

$$W = C_{nd} e^{-\frac{r^2}{r_{nd}^2}}, \quad C_{nd} = 1, \quad r_{nd} = 1,2 \text{ фм.}$$

Где r — разность прицельных радиус-векторов иницирующего и вовлекаемого нуклонов. Вовлеченный нуклон может вовлечь другой спектаторный нуклон и т.д. предполагается, что все «раненные» и вовлеченные нуклоны покидают ядра. Для моделирования релаксации возбужденных ядер-остатков использовалась испарительная модель.

Расчеты, сделанные по некоторым модели, приводил к заниженной множественности отрицательно-заряженных частиц, особенно в области фрагментации ядра-мишени. Поэтому была предпринята попытка учесть ненаклонные степени свободы в ядрах. Нет сомнения в том, что в ядрах нуклоны могут испытывать виртуальные переходы типа $N \rightarrow N + \pi$ и $N + \pi \rightarrow N$. Виртуальные $N\pi$ — пары при взаимодействии с налетающим адроном могут «выйти» на массовую поверхность и стать реальными. Расчет сечений и характеристик этих процессов предполагает решение многих вопросов теории ядра и не может быть осуществлен в настоящее время в полном объеме. Кроме того, необходимо рассмотреть образование $N\pi$ — пар в ходе реджеонного каскада. Поэтому для качественного понимания процессов мы предположили,

что «раненый» или вовлеченный нуклон с определенной вероятностью $\sim 20\%$ может быть $N\pi$ –парой. Более конкретно, мы считали, что протон или нейтрон, участвующий во взаимодействии, может быть Δ^+ или Δ^0 –изобарой, соответственно. Это наиболее простое решение с точки зрения программы FRITIOF. Оно также снимает сложный вопрос о кинематических характеристиках $N\pi$ –пары.

Для полноты картины при сравнении экспериментальных данных с теоретическими расчетами мы использовали два варианта модифицированной модели FRITIOF (с Δ –изобарами и без них), а также каскадно-испарительную модель.

Литература

1. Simiê Lj, Backoviê, Agakishiyev H.N., Kladnitskaya E.N., Cheplakov A.P. Influence of the collision centrality upon negative partical production in dC, α C and CC interactions at 4.2 GeV/c per nucleon. Z.Phys. C-Particles and Fields 48,577-580 (1990).
2. Султанов М.У., Усаров А.А., Тухтаев У.У., Кодиров А.А., Яхшибоев К.Х., Нурмуродов Л.Т. Влияние центральности столкновений к образованию заряженных пионов и протонов в dC-взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с. СамГУ, Научный вестник, 2020 г. №1(119), стр.112-116.

FUNDAMENTAL MASSA GIPOTEZASINING BA'ZI EKSPERIMENTAL NATIJALARI

Badalov Qodir*, Ibadov Rustam,**

Samarqand davlat universiteti, Nazariy fizika va kvant elektronika kafedrası tayanch doktoranti* (professori**), Samarqand 140104, O'zbekiston
e-mail: badalovqodir@gmail.com

Ushbu maqolada o'ta yuqori energiyalar sohasida faraziy, ammo universal shkalani aniqlaydigan fundamental massa (FM) M bilan izchil yangi kvant maydon nazariyasini (KMN) yaratish bo'yicha bundan oldingi tadqiqotlar, jumladan, V.G.Kadyshevskiy va uning shogirdlari [1,2,3,4,5] ishlari davom ettirilmoqda. Nazariy nuqtai nazardan, fundamental massa M va unga mos keladigan fundamental uzunlik $l = \hbar/Mc$ Plank doimiysi $\hbar$, yorug'lik tezligi c yoki Nyutonning tortishish doimiysi k kabi katta rol o'ynashi kerak. Fundamental massa yuqori energiyali sohalarda nazariyaning yangi universal ko'lamini belgilaydi. Zamonaviy ma'lumotlarga ko'ra, agar l doimiy ham mavjud bo'lsa u $l \leq 10^{-19} \text{ cm}$ dan kichik bo'ladi. Bu chegara esa kvant gravitatsiyasi effektlari fazoviy masshtablarini belgilavchi "Plank uzunligi" $l_{\text{Plank}} \approx 10^{-33} \text{ cm}$ dan juda uzoqda. Albatta, bu $(10^{-19} - 10^{-33}) \text{ cm}$ ulkan intervalni o'tishda yangi fizik hodisalar kashf etilishi mumkinligini inkor etib bo'lmaydi.

Yangi parametr fundamental massa M ga asoslangan *fundamental tenglama* [1] da asosiy rolni quyidagi geometrik g'oya o'ynadi: o'ta yuqori energiyalarda zarrachalarning o'zaro ta'sirining adekvat tavsifini ta'minlovchi KMNni qurish uchun impuls ko'rinishida standart maydon nazariyasini yozib, so'ng uni Minkovskiy impuls fazosidan yetarlicha katta radiusga ega bo'lgan de Sitter impuls fazosiga o'tkazish kerak. Doimiy (musbat yoki manfiy) egrilikka ega bo'lgan eng oddiy Riman 4-o'lchovli fazosi aynan shu turdagi geometriyaga ega va u har tomonlama o'rganilgan. Ushbu fazoning modeli sifatida besh o'lchovli fazoda gipersferadan foydalanish qulayroqdir. Uning radiusi esa fundamental massa M bilan aniqlanadi[2,3]:

$$p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + p_4^2 + p_5^2 = M^2 \quad (\text{musbat egrilikka ega fazo}) \quad (1)$$

$$-p_1^2 - p_2^2 - p_3^2 - p_4^2 + p_5^2 = M^2 \quad (\text{manfiy egrilikka ega fazo}) \quad (2)$$

Agar biz 4 o'lchovli vektor $p_1, \dots, p_4$ komponentalarini (1) va (2) sirtlarda mustaqil o'zgaruvchilar sifatida ishlatsak, u holda (1) holatda biz doimo

$$p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + p_4^2 + p_5^2 \leq M^2 \quad (3)$$

ga ega bo'lamiz.

Kvant operatorlar $p_\mu = i\hbar \frac{\partial}{\partial x^\mu}$ va $p_5 = i\hbar \frac{\partial}{\partial x^5}$ versiyalarini De-Sitter tenglamasi (2) ga keltirib qo'ysak quyidagi 5-o'lchamli maydon tenglamasini hosil qilamiz [1]:

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial x^\mu \partial x_\mu} - \frac{\partial^2}{\partial x_5^2} - \frac{M^2 c^2}{\hbar^2} \right] \Phi(x, x^5) = 0, \quad \mu = 0, 1, 2, 3. \quad (4)$$

bunda uchta fundamental $\hbar$, c va M parametrlarni bitta $l = \hbar/Mc$ fundamental uzunlik parametri orqali ifodalab yozganligimiz uchun (4) *fundamental tenglama* deb nomladik. Bu fundamental tenglamaning yechimi hali to'liq o'rganilmagan bo'lsada, ma'lum bir chegaraviy Koshi shartlarini kiritilib $\Phi(x, x^5)$ funksiya ikkita funksiyaga ajratilgan [1].

Ana endi fundamental massa mavjudligini eksperimental isbotlariga to'xtaladigan bo'lsak, [3,4,5] da mualliflar massa va α parametr orasidagi bog'liqlikni

$$y(\alpha) = m/M = \frac{2 \cdot \sinh(\alpha)}{\cosh^2(\alpha)} \quad \text{ko'rinishida ifodalab fundamental massaning}$$

dastlabki eksperimental natijalari topildi (1-rasm). M ni o'z ichiga olgan yangi Lagranj Kvant elektrodinamika (KED) asosida biz zarrachalarning qutblanishini hisobga olgan holda $e^-e^- \rightarrow e^-e^-$, $e^-e^+ \rightarrow e^-e^+$, $e^-e^+ \rightarrow \mu^-\mu^+$ jarayonlarning kesimi va assimetriyasini o'rgandik. U standart KED asosida hisoblangan differensial kesimlarni va FM ga bog'liq bo'lgan yangi kattaliklarni o'z ichiga olgan

$$\left[\frac{d\sigma}{d\Omega} \right]_{\lambda_1 \lambda_2 \rightarrow \lambda_1' \lambda_2'}^{e^-e^- \rightarrow e^-e^-}; \left[\frac{d\sigma}{d\Omega} \right]_{\lambda_1 \lambda_2 \rightarrow \lambda_1' \lambda_2'}^{e^-e^+ \rightarrow e^-e^+}; \left[\frac{d\sigma}{d\Omega} \right]_{\lambda_1 \lambda_2 \rightarrow \lambda_1' \lambda_2'}^{e^-e^+ \rightarrow \mu^-\mu^+}. \quad (5)$$

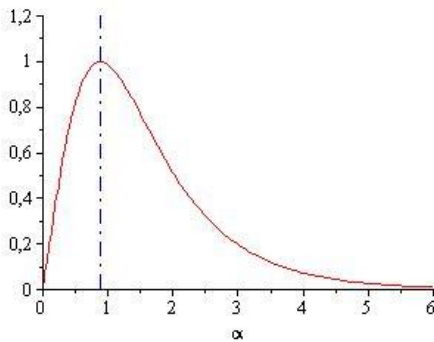
differensial kesimlar topildi, bu yerda λ_1 va λ_2 reaksiyadagi dastlabki zarralar qutblanishlari, λ_1' va λ_2' yakuniy zarralar qutblanishlardir. Masalan, oddiy KEDda

$e^-e^+ \rightarrow e^-e^+$ jarayoni uchun assimetriya kombinatsiyasi radiatsiyaviy tuzatishlar tufayli noldan farq qiladi:

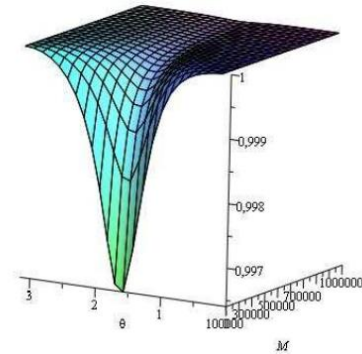
$$A = \frac{\left(\sin^8 \frac{\theta}{2} + \cos^8 \frac{\theta}{2}\right) \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\lambda_1=\lambda_2} - \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\lambda_1=-\lambda_2}}{\left(\sin^8 \frac{\theta}{2} + \cos^8 \frac{\theta}{2}\right) \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\lambda_1=\lambda_2} + \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_{\lambda_1=-\lambda_2}} \quad (6)$$

lekin umumiy holda M ga bog‘liq holda pasayadi: $E^2 \approx \alpha m^2 / E^4 \cdot \ln E^2 / M^2$

CERN da katta elektron-pozitron tezlatgichining energiyalarida radiatsiyaviy tuzatishlar ahamiyatsiz darajada kichik bo‘ladi. Bundan tashqari, A miqdoriga asosiy hissa FM $M=1000\text{GeV}$ dan farq qilsa, yangi o‘zaro ta’sirdan keladi. Agar boshlang‘ich zarrachalarning spirallari bir xil $\lambda_1 = \lambda_2$ bo‘lsa, $e^-e^+ \rightarrow \mu^-\mu^+$ da annigilyatsiya jarayoni odatdagi KEDda radiatsiyaviy tuzatishlar hisobiga boradi va to‘qnashuvchi zarrachalar energiyasi bilan differensial kesim kamayadi.



1-rasm



2-rasm

Biroq, bizning holatlarimizda $(\sigma_{um})^{e^-e^+ \rightarrow \mu^-\mu^+} = \frac{\pi}{3} \frac{\sigma}{M^2}$ ga teng. Natija esa 1-rasmdagi chizma bilan bir-birga ancha o‘xshash chiqdi (2-rasm). Bu ikkinchi rasmdan ko‘rinadiki, agar tabiatda fundamental massa mavjud bo‘lsa A assimetriya grafik θ burchakga bog‘liq bo‘ladi.

Adabiyotlar:

1. R.M.Ibadov, V.G.Kadyshevsky, "New formulation of Quantum field theory with Fundamental mass".5th Intern.Sympos.on Select Topics Statistical Mechan. 1989, Dubna,world Scientific Singapore Jersey,London,Hong Kong p-131-157;
2. A.D.Donkov, R.M. Ibadov, V.G.Kadyshevsky, M.D.Mateev and M.V.Chizhov, "Some experimental consequences of a hypothesis about fundamental length", Izvestiya AN USSR, Series Physics T.46, N 9 (1982), p.1772;
3. M.V.Chizhov, A.D.Donkov, R.M.Ibadov, V.G.Kadyshevsky and M.D.Mateev "Quantum field Theory and New Universal High Energy Scale.II Gauge Fields" Nuovo Cimento vol.87A, N3,1985,p.350-372;
4. M.V.Chizhav, A.D.Donkov, R.M.Ibadov. V.G,Kadyshevsky and M.D.Mateev antum field Theory and New Universal High Energy Scale.III Dirac Fields " Nuovo Cimento Vol.87 A, N. 4,1985,p.373-395;

5. V. N. Rodionov, “Exotic Fermions in Kadyshevsky’s Theory and the Possibility to Detect Them”, Physics of Particles and Nuclei, 2017, Vol. 48, No. 2, pp. 319–331.

SHADOW OF THE KERR-LIKE BLACK HOLE

A.L. Abduvohidov¹, I.I. Absalyamova², A.A. Abdujabbarov³

¹Andijan State University, Andijan, Uzbekistan

²Tashkent University of Information Technologies, Tashkent, Uzbekistan

³Ulugh Beg Astronomical Institute, Tashkent, Uzbekistan

The pioneering direct detection of gravitational waves by the LIGO-Virgo collaboration [1] and the first ever observed image of a supermassive BH at the center of the elliptic galaxy M87 by the Event Horizon Telescope (EHT) collaboration using very long baseline interferometry (VLBI) [2] have made grate impact on development of both theoretical and experimental/observational investigations in relativistic astrophysics. Meanwhile these two discoveries open window to research related to development of new tests of the gravity theories in the strong field regime. General relativity proposed by Albert Einstein has been successfully tested in weak field regime using, e.g. solar system tests [3]. Although the gravitational wave detection [4] and black hole shadow [2] observation justify the general relativity the current resolution of these observations leave open the window for the modified and alternative theories of gravity [5]. Accordingly, the numerous authors have started to develop the theoretical research devoted to study the effects of main parameters coming from the alternative theories of gravity on shadow and optical properties of black holes.

We have also presented the contour plots to analyse BH parameters in Fig. 1 which may provide a tool to get information about parameters being responsible for the Kerr-like spacetime.

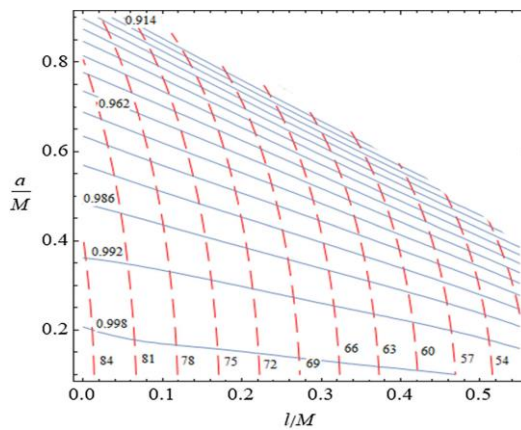


Fig.1 Contour plots of the observables A/M^2 and D in the parameter space $(a/M, l/M)$ of rotating Kerr-like black hole. Dashed red curves correspond to constant contours of A/M^2 while the blue solid curves correspond to 15 equispaced constant contours of D ranging from 0.914 to 0.998

The detailed study of horizon structure and the shadow cast by a Kerr-like black hole (BH) is performed. The trajectory of light rays forming the shadow of BH is found using the solutions of geodesic equation for the motion and effective potential of a photon around Kerr-like BH for different values of deviation parameter l in Kerr-like spacetime metric. It is observed that with an increase in the parameter l the size of the shadow of the BH is decreased. Moreover, we have consider effect of plasma on BH shadow and the plasma influence on the shadow of Kerr-like BH, the size of observable radius of BH shadow and oblateness are explored with more details.

References

1. B.P. Abbott et al. (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration), Phys. Rev. Lett. 116, 061102 (2016)
2. K. Akiyama et al. (Event Horizon Telescope Collaboration), Astrophys. J. 875, L1 (2019).
3. C.M. Will, Living Reviews in Relativity 9, 3 (2006).
4. B.P. Abbott, LIGO Scientific Collaboration, and Virgo Collaboration, Phys. Rev. Lett. 116, 061102 (2016).
5. T. Clifton, P.G. Ferreira, A. Padilla, C. Skordis, Phys. Reports 513, 1 (2012).

РЕНТГЕНО-ФЛЮОРЕСЦЕНТНЫЙ И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ НАНОГЕТЕРОПЕРЕХОДОВ ZnO/ZnSe(Te)

Д.Б Элмуротова¹, Ш.К. Нематов¹, Л.О. Мейлиев², Ж.Н.
Хужамбердиева², А.А. Некбоев², А.Р. Кодиров²

¹Ташкентский Государственный Технический Университет, Узбекистан

²Каршинский государственный университет, Узбекистан

Широкозонные полупроводники II-VI, в частности ZnSe, имеют перспективы применения в качестве энергосберегающих источников света светодиодов. Оптоэлектронные свойства низкоразмерных полупроводниковых наногетероструктур ZnO/ZnSe показали окисление поверхности ZnSe с появлением тонкой пленки ZnO, что приводит к уникальному сочетанию люминесцентных, электрооптических и других свойств в гетеропереходах [1]. По спектрам рентгеноструктурного анализа (РСА) было показано, что добавление азота в ZnO привело к росту интенсивности пиков 100, 002, 101, 102, 110, 103, 112, 201 [2]. Изовалентная примесь Te, оказывает положительное влияние на структурное совершенство кристаллов ZnSe, связанное с полнотой протекания вюрцит–сфалеритного фазового перехода.

Нами ранее была обнаружена суперстехиометрия цинка в ZnSe [3]. Поэтому целью данной работы было изучение структурных свойств наногетероструктур и наногетеропереходов ZnO/ZnSe(Te).

Исследовались кристаллы $\text{ZnSe}(0.2\%\text{Te})\text{:O,Zn}$ выращенные методом Бриджмена в НИИ Монокристалл, (Харьков, Украина). Полированные пластинки имели толщину от 1 до 5 мм и площадь 1-2 см².

Рентгено-флуоресцентный анализ был проведен на многоканальном анализаторе с Ge-детектором. Рентгеноструктурный и фазовый анализ проводился на дифрактометре ДРОН-3М с помощью $\text{Cu}_{\text{K}\alpha}$ -излучения ($\lambda \approx 1.542 \text{ \AA}$) в интервале углов $2\Theta = 10 \div 70^\circ$

Таблица - Элементный состав монокристаллов $\text{ZnSe}(0.2\%\text{Te})\text{:O}$ и $\text{ZnSe}(0.2\%\text{Te})\text{:O,Zn}$

Масса, г	Конц. Zn, масс %	Конц. Se, масс %	Отн. Se/Zn
0.3373 - 0.3426	33.73 - 33.32	28.76 - 28.49	0.853 - 0.855

Из таблицы видно, что все исходные образцы в приповерхностном слое были нестехиометричны и содержали 1 массовый % избытка Zn. Супер-стехиометрия Zn, обусловленная летучестью Se, увеличивается после ТО в О среде и в парах Zn, за счет различия сил связи Zn-Te, Zn-Se и Zn-O, энергии активации диффузии Zn в междоузлия и энергии образования V_{Se} .

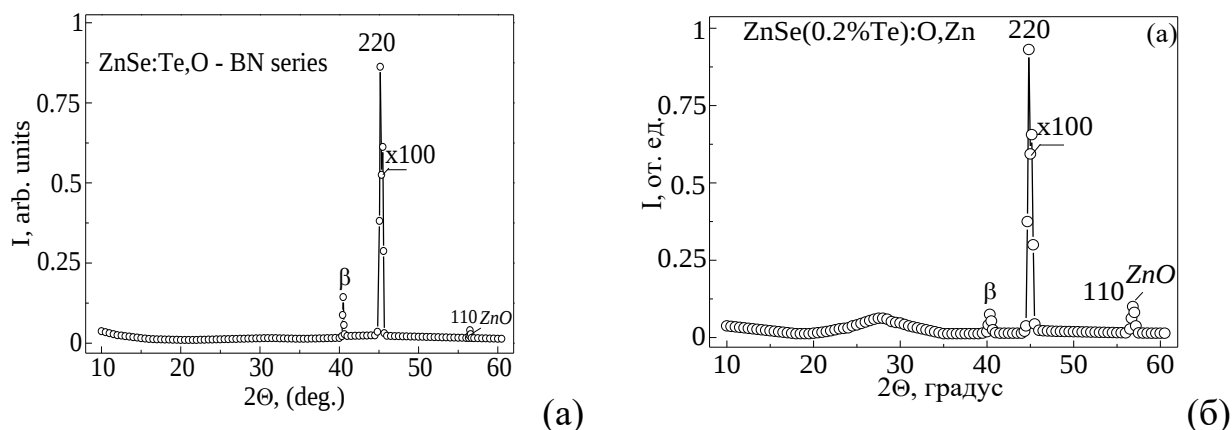


Рисунок - PCA $\text{ZnSe}(\text{Te})\text{:O}$ (a) и $\text{ZnSe}(\text{Te})\text{:O,Zn}$ (б).

Дифракционная картина монокристаллов $\text{ZnSe}(\text{Te})\text{:O}$ с ориентацией (220), обработанных в окислительной среде приведена на рис. (a). Видно, что в кристалле уровень фона неупругого рассеяния низкий и ровный. Узкие рефлекс свидетельствуют о высокой стехиометрии приповерхностного слоя. Дифракционное отражение (220) с $d/n = 2.011 \text{ \AA}$ принадлежит кубической матричной решетке монокристалла, а рефлекс при $2\theta \approx 40.5^\circ$ его β -составляющая. В наногетеропереходах (НГП) $\text{ZnSe}(\text{Te})/\text{ZnO}\text{:O}$ наблюдаются только следы примесной фазы ZnO. PCA образцов $\text{ZnSe}(\text{Te})\text{:O,Zn}$ показаны на рис. (б). Наблюдается anomalous изменение тонкой структуры по сравнению с НГП $\text{ZnSe}(\text{Te})/\text{ZnO}\text{:O}$. Видно, что уровень неупругого фона не монотонный. При малых углах наблюдается широкое диффузное рассеяние. Анализ показал, что оно сосредоточено вблизи кристаллографического направления [111]. В

кубических кристаллах атомная плоскость (111) перпендикулярная к направлению [111] является самой дефектной. Этому направлению в структуре ZnSe соответствует $2\theta \approx 27.2^\circ$. Именно, около этого угла рассеяния наблюдается неселективный рефлекс. Видимо, он обусловлен очень мелкими не взаимодействующими между собой зародышами примесной фазы, преимущественно распределенными по направлению [111]. Однако при увеличении размеров зародышей и уменьшении расстояния между ними преципитаты начинают взаимодействовать между собой и с имеющимися включениями кристаллической примесной фазы ZnO, ответственной за рефлекс (110) с $d/n = 1.626 \text{ \AA}$, в результате размеры включений растут. Наблюдаемое увеличение интенсивности диффузного отражения и селективного рефлекса (110) ZnO. Кристаллическая модификация последней образуется из мелких не взаимодействующих между собой зародышей этой фазы. Обработка в парах цинка вызывает их накопление, агрегацию и увеличение содержания кристаллической фазы ZnO. Размеры включений кристаллической фазы ZnO, определенные по формуле Селякова – Шеррера, составили $\sim 40 \text{ нм}$

Литература

1. Старжинский Н.Г. и др. Материалы электроники, Украина.2012. №4, С.25-28.
2. Kripal R. at all. Journal of Spectrochimica Acta, Part A: Elsevier. 79 (2011), P.1605-1612.
3. Özgür Ü. at all. Journal of applied physics, (USA). 2005. 98. 041301. P.1-13.
4. Элмуротова Д.Б. Научно-методический журнал, №2, 57, 2021. Москва С.4-7.
5. Elmurotova D.B. at all. «Int. Jour. Adv. Res. Eng. App Scien, №11, 2021, P.56-61 www.garph.co.uk IJAREAS/56-61. Indiya. <https://www.scholarimpact.org>

QUALIFYING SHADOW OF PARAMETRIZED ROTATING BLACK HOLES

I.I. Absalyamova¹, A.A. Abdujabbarov²

¹*Tashkent University of Information Technologies, Tashkent, Uzbekistan,
absalyamova@tuit.uz*

²*Ulugh Beg Astronomical Institute, Tashkent, Uzbekistan*

One of the main problems of gravity theories is to test the theory in strong field regime with high accuracy. However, the LIGO-Virgo experiments on gravitational wave observation [1–2] and observation of black hole shadow image at the center of M87 elliptic galaxy [3] give us the opportunity to develop new tests of general relativity and modified/alternative theories of gravity in the strong field regime. In this note we plan to study shadow of the black holes described by the parametric spacetime metric proposed in [4].

The lowest-order metric expression of the KRZ parametrization has the following form [4]:

$$\begin{aligned}
ds^2 = & -\frac{N^2(\tilde{r}, \theta) - W^2(\tilde{r}, \theta) \sin^2 \theta}{K^2(\tilde{r}, \theta)} dt^2 - 2W(\tilde{r}, \theta) \tilde{r} \sin^2 \theta dt d\phi + K^2(\tilde{r}, \theta) \tilde{r}^2 \sin^2 \theta d\phi^2 \\
& + \Sigma(\tilde{r}, \theta) \left(\frac{B^2(\tilde{r}, \theta)}{N^2(\tilde{r}, \theta)} d\tilde{r}^2 + \tilde{r}^2 d\theta^2 \right),
\end{aligned} \tag{1}$$

where $\tilde{r} = r/M$, $\tilde{a} = a/M$ and

$$\begin{aligned}
\Sigma &= 1 + a^2 \cos^2 \theta / \tilde{r}^2, \\
N^2 &= (1 - r_0/\tilde{r}) \left[1 - \epsilon_0 r_0/\tilde{r} + (k_{00} - \epsilon_0) r_0^2/\tilde{r}^2 + \delta_1 r_0^3/\tilde{r}^3 \right] + [a_{20} r_0^3/\tilde{r}^3 + a_{21} r_0^4/\tilde{r}^4 + k_{21} r_0^3/\tilde{r}^3 L] \cos^2 \theta, \\
B &= 1 + \delta_4 r_0^2/\tilde{r}^2 + \delta_5 r_0^2 \cos^2 \theta / \tilde{r}^2, \\
W &= \left[w_{00} r_0^2/\tilde{r}^2 + \delta_2 r_0^3/\tilde{r}^3 + \delta_3 r_0^3/\tilde{r}^3 \cos^2 \theta \right] / \Sigma, \\
K^2 &= 1 + aW/r + \left\{ k_{00} r_0^2/\tilde{r}^2 + k_{21} r_0^3/\tilde{r}^3 L \cos^2 \theta \right\} / \Sigma, \\
L &= \left[1 + \frac{k_{22} (1 - r_0/\tilde{r})}{1 + k_{23} (1 - r_0/\tilde{r})} \right]^{-1}.
\end{aligned}$$

We have studied the shadow of the black hole described by the parametrized KRZ spacetime. It has been shown that the parameters δ_1 and δ_4 can change the size of the shadow but with opposite effect. The parameter δ_2 makes the shadow deviate from the center, the parameter δ_5 also can change the size of the shadow but effect is relatively weak. The parameters δ_3 and δ_6 can change the contour shape. The shape of the shadow has different sensitivity to different parameters: the shadow is more sensitive to parameters δ_1 , δ_2 , δ_4 and less sensitive to parameters δ_3 , δ_5 , δ_6 . The effects of the parameters δ_7 and δ_8 to the shape of shadow is very weak and almost negligible (compare with [5] where authors have neglected the effects of δ_7 and δ_8 on the iron line in the X-ray spectrum of black holes).

One of the main results of this paper is the analysis of the dependence of the average radius of the shadow and asymmetry (distortion) parameter from the spin parameter and KRZ parameters. Among the effects of other parameters the effect of parameter δ_1 is dominant in changing the average radius of the shadow. On the other hand the main contribution to the change of the asymmetry parameters comes due to the presence of the parameter δ_2 . Fig. 1 shows the dependence of R and A as a function of the spin parameter (Kerr metric) and δ_i (KRZ metric) for the fixed values of inclination angle $\theta_0 = \pi/4$ and the spin parameter $a = 0.5$. From Fig. 10b one can easily see that the δ_1 and δ_4 have a greater impact on R , but with different trend: when δ_1 increases the value of R decreases and when δ_4 increases the value of R increases.

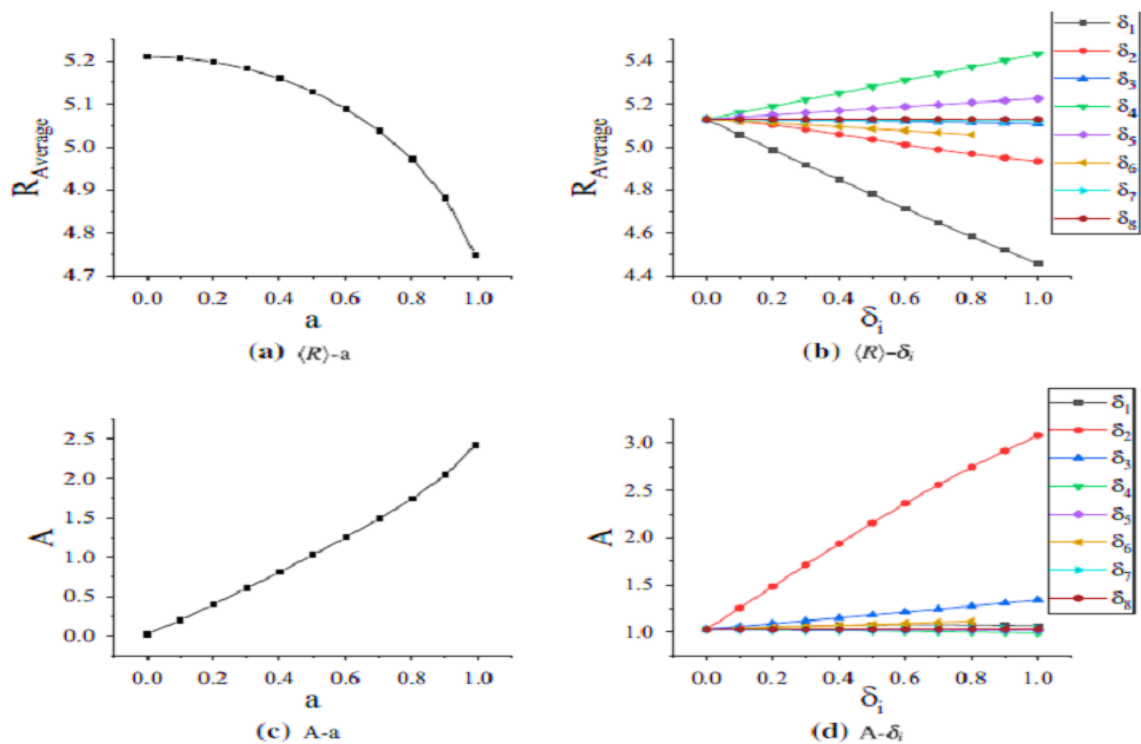


Fig.1 Average radius R (top row) and asymmetry parameter A (bottom row). The first column corresponds to the Kerr metric with the values of spin $0 \leq a \leq 1$, the second column corresponds to the KRZ metric with different values of δ_i and the spin $a = 0.5$

References

1. T. Damour, G. Esposito-Farèse, Phys. Rev. D 58, 042001 (1998). <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.58.042001>
2. A. Cárdenas-Avendaño, S. Nampalliwar, N. Yunes, Class. Quantum Gravity 37, 135008 (2020). <https://doi.org/10.1088/1361-6382/ab8f64>
3. K. Akiyama et al., Event horizon telescope. Astrophys. J. 875, L1 (2019). <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0ec7>
4. R. Konoplya, L. Rezzolla, A. Zhidenko, Phys. Rev. D 93, 064015 (2016). <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.93.064015>
5. Y. Ni, J. Jiang, C. Bambi, J. Cosmol. Astropart. Phys. 2016, 014 (2016). <https://doi.org/10.1088/1475-7516/2016/09/014>

FUNDAMENTAL MASSANI SAQLOVCHI SKALYAR NAZARIYADA SIMMETRIYANING SPONTAN BUZILISHI.

¹Qodir Badalov, ²Rustam Ibadov

Samarqand davlat universiteti, Nazariy fizika va kvant elektronika kafedrası ¹tayanch doktoranti (²professori), Samarqand 140104, O‘zbekiston.

e-mail: ibrustam@mail.ru

Mazkur maqolada fundamental massani saqlovchi skalyar nazariyada simmetriyalarning spontan buzilishi va undan kelib chiqadigan ayrim xulosalar keltirilgan. Tabiatda c –yorug‘lik tezligi, $\hbar$ –Plank doimiylari qatorida yangi parametr

M – fundamental massa mavjud bo‘lishi mumkin. Bu 3 ta parametrlarni jamlagan 5-o‘lchovli fundamental tenglama quyidagicha bo‘ladi [1]:

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial x_\mu \partial x^\mu} - \frac{\partial^2}{\partial x_5^2} - \frac{M^2 c^2}{\hbar^2} \right] \Phi(x^\mu, x^5) = 0, \text{ bunda } \mu = 0, 1, 2, 3. \quad (1)$$

Tenzor o‘lchamlaridan qat’iy nazar, barcha skalyar, spinor, vektor va tenzor maydonlar (1) tenglamani qanoatlantiradi. Bu tenglama uchun x^5 bo‘yicha Koshi masalasi korrekt bo‘lganligidan

$$\Phi(x^\mu, x^5) \leftrightarrow \left(\begin{array}{c} \Phi(x^\mu, 0) \\ \partial \Phi(x^\mu, 0) / \partial x^5 \end{array} \right) \equiv \left(\begin{array}{c} \Phi(x^\mu) \\ \Lambda(x^\mu) \end{array} \right) \quad (2)$$

5 o‘lchovli fazo-vaqtda har bir maydonga (1) qanoatlantiradigan $\Phi(x^\mu, x^5)$ to‘lqin funksiyasi to‘g‘ri keladi. Oddiy 4-fazo-vaqtda esa har bir maydonga ikkilangan komponentalari bilan tavsiflanadi. Demak, (2) quyidagi harakat tenglama Lagranj funksiyasi bilan ifodalanadi:

$$S = \int d^4 x^\mu \left[\Phi(x^\mu, 0), \frac{\partial \Phi(x^\mu, 0)}{\partial x^5} \right]. \quad (3)$$

Ishlab chiqilgan yondashuvda asosiy rol 5 o‘lchovli konfiguratsiya tasavvuriga tegishli. Fundamental massali skalyar nazariya uchun turli xil simmetriyalarning spontan (o‘z-o‘zidan) buzilishining oddiy misollarini ko‘rib chiqaylik. 4-o‘lchamli koordinata x_μ ni o‘rniga x ni yozamiz va uni 4-o‘lchamli koordinata deb hisoblaymiz. Endi haqiqiy skalyar maydonning Lagranjianini quyidagi ifodadan olish mumkin:

$$L(x, M) = \frac{1}{2} \left[\left[\frac{\partial \Phi(x)}{\partial x_n} \right]^2 + m^2 \Phi^2(x) + M^2 [\Lambda(x) - \cos \mu \Phi(x)]^2 \right] \quad (4)$$

(2) dan foydalanib, (4) ni skalyar maydon uchun quyidagicha ifodalaymiz:

$$L(x, M) = \frac{1}{2} \left[\left[\frac{\partial \varphi(x)}{\partial x_\mu} \right]^2 - \frac{1}{2} m^2 \varphi(x)^2 - \frac{1}{2} M^2 (\Lambda(x) - \cos \mu \varphi(x))^2 - \Lambda(x) U(\varphi(x)) \right] \quad (5)$$

Bunda $\cos \mu = \sqrt{1 - \frac{m^2}{M^2}}$ bu yerda m -zarralar massasi, φ - skalyar maydon, $U(\varphi)$ – bu zarralar orasidagi o‘zaro ta’sirni tavsiflovchi noma’lum funksiya. $\varphi(x)$ va $\Lambda(x)$ maydonlar orasidagi L_{int} o‘zaro ta’sir integralini shunday tanlab olib, $\Lambda(x)$ chiqarib tashlanganda, Higgs potentsiali $\varphi(x)$ maydonga mos keladimi degan savol paydo bo‘ladi.

Erkin zarra uchun Lagranjian $\varphi \rightarrow -\varphi$ va $\Lambda \rightarrow -\Lambda$ almashtirishlarga nisbatan invariant. Agarda $U(\varphi) \rightarrow U(-\varphi)$ bo‘lishini talab qilsak, ya’ni $U(\varphi)$ o‘z navbatida φ ning toq funksiyasi (5) uchun ta’sir integrali quyidagicha yoziladi [2]:

$$S(x, M) = \int \left\{ \frac{1}{2} \left[\frac{\partial \varphi(x)}{\partial x_\mu} \right]^2 - \frac{1}{2} m^2 \varphi(x)^2 - \frac{1}{2} M^2 (\Lambda(x) - \cos \mu \varphi(x))^2 + \Lambda(x) U(\varphi(x)) \right\} d\varphi \quad (6)$$

(6) dan Λ bo‘yicha variatsiya olib $\Lambda = \cos \mu \varphi + \frac{U(\varphi)}{M^2}$ buni (5) ga qo‘ysak:

$$L_{tot} = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial \varphi(x)}{\partial x_\mu} \right)^2 - m^2 \varphi(x)^2 + \frac{U^2(\varphi)}{M^2} + 2U(\varphi(x)) \cos \mu \varphi(x) \right] \quad (7)$$

bu $\varphi \rightarrow -\varphi$ ga nisbatan invariant. Biz odatdagi skalyar maydon uchun diskret simmetriyaning spontan buzilishidan bilamizki, Higgs potentsiali quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$V(\varphi) = -\frac{1}{2} m^2 \varphi(x)^2 + \frac{1}{4} \lambda^2 \varphi(x)^4 \quad (8)$$

Bu yerda λ -zarralar orasidagi o'zaro ta'sirni tavsiflovchi kichik massa doimiysi. Higgs potentsiali (8) da ifodalash uchun $U(\varphi)$ funksiyasining shaklini topamiz.

$m \rightarrow -m$ bo'lganda (7) Lagranjianni ko'rib chiqamiz,

so'ngra $\cos \mu = \sqrt{1 - \frac{m^2}{M^2}} \rightarrow \sqrt{1 + \frac{m^2}{M^2}}$. Potensial energiya (8) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$V(\varphi) = -\frac{1}{2} m^2 \varphi(x)^2 - \frac{U^2}{2M} - U(\varphi) \cos \mu \varphi \quad (9)$$

$U(\varphi)$ uchun (9) va (8) ni solishtirsak, bizda ikki xil ildiz (haqiqiy va mavhum) mavjud bo'ladi $\varphi^2 < \frac{2M^2 \cos^2 \mu}{\lambda^2}$ va $U = -M^2 \cos^2 \mu \varphi$, hamda $\varphi^2 = \frac{2M^2 \cos^2 \mu}{\lambda^2}$. Bu quyidagi natijaga olib keladi $L_{um}(\varphi)_{\text{Higgs}} = L_{\text{maksimon}}^0(\varphi)$ ya'ni

$$L_{\text{maksimon}}^0(\varphi) = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_\mu} \right)^2 - \frac{1}{2} M^2 \varphi^2. \quad (10)$$

Endi quyidagi ko'rib chiqiladi: $L_{tot}(\varphi) = -\frac{\lambda^2}{4} \varphi^2 \Lambda^2$.

$m \rightarrow -m$ bo'lganda Lagranjian (6) quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$L_{tot}(\varphi) = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_\mu} \right)^2 - M^2 \sin^2 \mu \varphi^2 - M^2 (\Lambda - \cos \mu \varphi)^2 - \frac{\lambda^2}{2} \varphi^2 \Lambda^2 \right] \quad (11)$$

(11) ning hosilasini olsak $\Lambda = \frac{M^2 \cos \mu' \varphi \varphi}{M^2 + \frac{\lambda^2}{2} \varphi^2 \Lambda^2}$ bo'ladi. Biz endi quyidagini olamiz:

$$L_{tot}(\varphi) = \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x_\mu} \right)^2 + M^2 \sin^2 \mu' \varphi^2 - \frac{\lambda^2}{2} \varphi^2 \left(\frac{\lambda^2 \varphi^2}{2M^2} + 1 \right) \frac{M^4 \cos \mu' \varphi^2}{\left(M^2 + \frac{\lambda^2 \varphi^2}{2} \right)^2} \right]. \quad (12)$$

Adabiyotlar

1. Ibadov R.M., Kadyshevsky V.G., New formulation of Quantum field theory with Fundamental mass, in: Proceedings 5th International Symposium on Selected Topics in Statistical Mechanics, Dubna, (World Scientific, Singapore (1989), p.131);
2. Rodionov V. N. , Kravtsova G. A., An Algebraic PT_Symmetric Quantum Theory with a Maximal Mass, Physics of Particles and Nuclei, 2016, Vol. 47, No. 2, pp. 135–156.

COMPARATIVE ANALYSIS OF FUSION CROSS SECTIONS IN THE FRAMEWORK OF VARIOUS NUCLEON-NUCLEON FORCES IN THE NUCLEAR POTENTIAL

O.K. Ganiev^{1,2}, N.A. Mardonov², K.O. Boykulov²

¹Institute of Nuclear Physics, Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

²Faculty of Physics, National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
oganiev@yahoo.com

In nuclear physics, heavy ion fusion reactions around the Coulomb barrier are one of the most popular research topics due to the great interest in studying the mechanism of nuclear fusion [1-5]. In a nuclear collision, the interaction of two nuclei can lead to the formation of a compound nucleus along with other competing mechanisms, and they play a special role in the study of nuclear reactions, since many nucleons are involved in the interaction process. In this type of reaction, the interaction potential of two nuclei is a key factor in determining the fate of a colliding pair of any size. Currently, numerous theoretical and experimental investigations are being related to systematically study the capture reactions leading to several interesting phenomena, such as the complete fusion, quasifission, incomplete fusion, fast-fission and formation of the evaporation residues which has been used to synthesise the superheavy elements [4-12]. In the analysis of these types of reactions, the nucleon-nucleon forces in the nuclear interaction potential play an important role in determining the fate of interacting nuclei.

In the present work, we have considered cross-sections for fusion reactions involving medium and heavy nuclear-nuclear systems using the barrier penetration model. In the case of a collision between nuclei of intermediate and heavy masses, the fusion cross-section is determined by heavy-ion Coulomb barrier. Therefore, the Coulomb barrier height is a basic parameter for heavy-ion fusion reactions, which is important for calculating and comparing the fusion cross sections. Having calculated the potential of nuclear-nuclear interaction, it is possible to determine the Coulomb barrier height. The results of the nuclear interaction potential between two nuclei were calculated within the double-folding method (DFM) using three types of density-dependent effective nucleon-nucleon interactions: the Migdal interaction, M3YReid interaction with zero-range exchange part, and the Paris CDM3Y3 interaction with finite-range exchange part. In doing so, we calculated the theoretical values of the characteristics of the fusion barrier (i.e., the height and curvature of the barrier) based on the double-folding formalism. In table 1, the theoretical results for the Coulomb barrier heights V_B calculated by the DFM using the Migdal interaction, M3YReid interaction with zero-range exchange part, and the Paris CDM3Y3 interaction with finite-range exchange part are compared with experimental data.

Table 1. Comparison of the Coulomb barrier heights (second column) V_B^{exp} (unit is MeV) with the theoretical results calculated by the DFM potential using Migdal

interaction V_B^M (the third column), the M3YReid interaction with zero-range exchange part ($V_B^{R\delta}$) and the Paris CDM3Y3 interaction with finite-range exchange part (V_B^{Pf}), respectively.

Fusion reaction	V_B^{exp}	V_B^M	$V_B^{R\delta}$	V_B^{Pf}	Fusion reaction	V_B^{exp}	V_B^M	$V_B^{R\delta}$	V_B^{Pf}
$^{16}\text{O} + ^{148}\text{Sm}$	59.8	59.32	61.19	59.61	$^{36}\text{S} + ^{96}\text{Zr}$	76.7	76.95	77.65	75.45
$^{17}\text{O} + ^{144}\text{Sm}$	60.6	59.29	61.10	59.53	$^{40}\text{Ca} + ^{90}\text{Zr}$	96.9	97.77	97.78	95.01
$^{16}\text{O} + ^{144}\text{Sm}$	61.0	59.63	61.53	59.94	$^{40}\text{Ca} + ^{96}\text{Zr}$	94.6	96.67	97.01	94.32
$^{28}\text{Si} + ^{92}\text{Zr}$	70.9	69.40	71.46	69.59	$^{19}\text{F} + ^{197}\text{Au}$	80.8	81.06	83.83	81.90
$^{12}\text{C} + ^{204}\text{Pb}$	57.6	56.63	58.61	57.30	$^{35}\text{Cl} + ^{92}\text{Zr}$	82.9	83.19	83.57	81.15
$^{16}\text{O} + ^{208}\text{Pb}$	74.5	74.76	77.08	75.40	$^{19}\text{F} + ^{208}\text{Pb}$	83.0	83.43	85.26	83.25
$^{32}\text{S} + ^{89}\text{Y}$	77.8	77.15	78.21	76.04	$^{28}\text{Si} + ^{144}\text{Sm}$	104.0	102.47	104.37	101.72
$^{34}\text{S} + ^{89}\text{Y}$	76.9	76.56	77.55	75.42	$^{40}\text{Ca} + ^{124}\text{Sn}$	113.1	117.46	117.89	114.96
$^{36}\text{S} + ^{90}\text{Zr}$	78.0	77.94	78.26	76.01	$^{28}\text{Si} + ^{208}\text{Pb}$	128.1	128.66	130.90	128.08

The comparison of the fusion cross-section of the $^{16}\text{O}+^{144}\text{Sm}$ fusion reaction calculated by using the barrier penetration model with the corresponding experimental data is presented in figure 1.

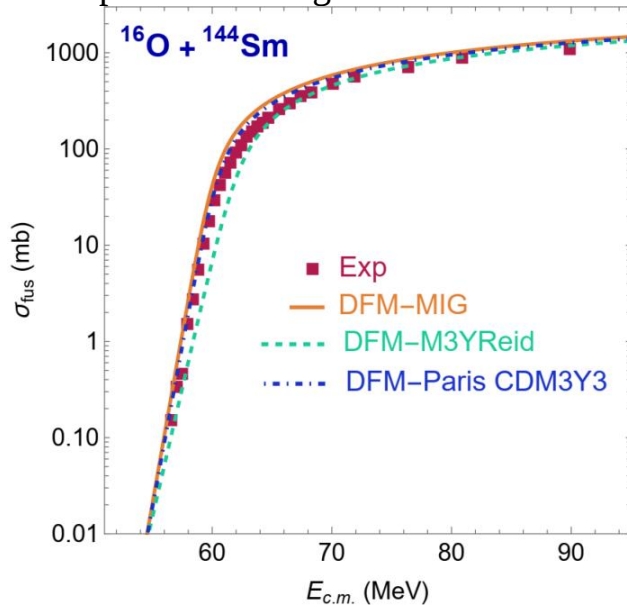


Figure 1. The capture cross section for the $^{16}\text{O}+^{144}\text{Sm}$ fusion reaction was calculated using DFM for the nucleon-nucleon forces of Migdal (solid line), M3YReid (dashed line), and the Paris CDM3Y3 (dot-dashed line) nucleon-nucleon forces and compared with the corresponding experimental data (squares) taken from [1].

It is important to note that due to the nature of the nucleon-nucleon forces and the characteristics of the Coulomb barrier, there is a difference between the results of the fusion cross section calculated with the Migdal, M3YReid and Paris CDM3Y3 interactions, and this difference is well reproduced by DFM.

References

1. J.R. Leigh et al., Phys. Rev. C **52** 3151-66 (1995).

2. B.B. Back et al., Rev. Mod. Phys. **86** 317 (2014).
3. L.F. Canto et al., Phys. Rep. **596** 1 (2015).
4. G. Giardina, G. Mandaglio, A.K. Nasirov, A. Anastasi, F. Curciarello and G. Fazio. Nucl. Phys. A 970 169 (2018).
5. B.M. Kayumov, O.K. Ganiev, A.K. Nasirov, and G.A. Yuldasheva, Phys. Rev. C **105**, 014618 (2022).
6. M. Dasgupta et al., Phys. Rev. C **70** 024606 (2004).
7. P.R.S. Gomes et al., Phys. Rev. C **73** 064606 (2006).
8. H. Esbensen. Phys. Rev. C **81** 034606 (2010).
9. N. Wang et al., Phys. Rev. C **85** 041601 (2012).
10. N.T. Zhang et al., Phys. Rev. C **90** 024621 (2014).
11. T. Banerjee, S. Nath and S. Pal. Phys. Rev. C **91** 034619 (2015).
12. A. Nasirov, B. Kayumov and Y. Oh. Nucl. Phys. A **946** 89 (2016).

YUQORI ENERGIYALI hA va AA-TO‘QNASHUVLAR UCHUN FRITIOF MODELI

Nodirov G.Yu., Parmonov J.T

Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti

Ushbu ishda yuqori energiyali adron-yadro va yadro-yadro ta'sirlashuvlarini monte-karlo usuli yordamida madellashtirishga mo'ljallangan FRITIOF modeli, uning energiya sohasi bo'yicha qo'llanilish chegaralari va model imkoniyatlari haqida ma'lumot bermoqchimiz.

Fizik muammoning qo'yilishi. Yuqorienergiyali adron-adron va adron-yadro to'qnashuvlarda past ko'ndalang impulsli zarrachalarning hosil bo'lishi ustunlikka ega va hosil bo'lgan zarrachalarning ko'pchiligi birlamchi zarra yo'nalishida tor konus bo'ylab harakatlanadi. Kuchli ta'sirlashuv nazariyasini tushuntirishga nomzod bo'lgan kvant xromodinamikasi (KXD) bu holni tushuntira olmaydi va bu kvarklar konfaynmenti bilan bog'liqdeb taxmin qiladi. Biroq KXDning fenomenologik formulalashtirishidan uzatiluvchi kichik impulsli o'zaro ta'sirlarshuvlarni tushuntirish uchun foydaniladi. Quyi va yuqori ko'ndalang impulsli uzatiluvchilar o'rtasidagi farqqa, impuls uzatilishi hamda adronizatsiyalanish jarayonlari mexanizmiga doir muammolarhozirga qadar javobsiz qolmoqda.

Yechish uslubi. Ikki adron to'qnashuvida ularning impulsleri o'zgaradi va ikkita uyg'ongan ob'yekt hosil bo'ladi. Adron-yadro yoki yadro-yadro to'qnashuvlarida har bir adron bir necha marta to'qnashishi mumkin. Har bir takrorlangan ikkilamchi to'qnashuvda ob'yektlar qo'shimcha uyg'onish oladi va yadro orqali o'tishi davomida ularning massalari ortib boradi. Nihoyat, har bir uyg'ongan ob'yekt Lund modelidagi tor fragmentatsiyasiga o'xshash massasiz relyativistik torni hosil qiladi va mustaqil holda adronlashadi. Adronlashish yadrodan tashqarida sodir bo'ladi va shuning uchun ichki yadro kaskadi sodir bo'lmaydi.

Muammo murakkabligiga chegara. Model past $P_{\perp}$ li jarayonlar bilan chegaralangan va tez fotonlar, jumladan, Drel-Yan fotonlari hosil bo'lishi ham qaralgan. Spektator nuklonlar, ya'ni yadroning to'qnashuvda aktiv ishtirok etmagan nuklonlar modelda qaralmagan. Hosil bo'lgan zarrachalar kaskad jarayonida ishtirok etmaydi. Modelning ishlash vaqti birlamchi zarracha turidan bog'liq.

Modelning qisqacha bayoni

Bir necha yillar davomida nisbatan quyi energiyali adron-adron hamda adron-yadro to'qnashuvlarini ifodalovchi bir qancha fenomenologik modellar taklif etilgan va ularning sharhi [1,2] ishlarda berilgan. Ularning ba'zi birlari bizning holdagi kabi Monte Karlo kodi orqali bajarilgan. Bu ish [1,2] maqolalarda bayon qilingan Monte Karlo dasturi asosida tayyorlangan va bu ishlarda adronlar o'ta o'tkazgich vakuumda uyurmaviy chiziqlar kabi tarqalgan. Uyurmaviy chiziqlar eksponensial maydon bilan o'rab olingan yadroga (o'zakka) ega. Quyi energiyali o'zaro ta'sirlashuvlarda to'qnashuvchi ikkala adron o'rtasida impuls uzatilishi maydon orqali sodir bo'ladi. Impulslar uzatilgandan so'ng biz ikkita cho'zilgan va uyg'ongan tor holatiga ega bo'lamiz. Bu tor adronlarga fragmentatsiyalanadi. Model yadro-yadro ta'sirlashuvlarga qo'llanilganda tushuvchi adronlar bir martadan ko'p to'qnashuvlarda ishtirok etishi mumkin va uyg'ongan holat ularning yadro orqali o'tib ketishiga qadar davom etadi.

Ikki nuklon o'rtasida impulsning uzatilishi. Partonlar darajasida uzatish Feynman bo'yicha juda kichik parton spektri dx/x orqali boshqariladi. Kichik konus o'zgaruvchilari $P_+ = E + P_L$ va $P_- = E - P_L$ lardan foydalanilsa uzatilgan to'la impuls ehtimoliyatining taqsimotini quyidagicha yozish mumkin:

$$P \approx \frac{dP_+^i}{P_+^i} \times \frac{dP_-^r}{P_-^r}$$

Bu yerda indeksdagi belgilar qaysi zarracha o'ngga yoki chapga yo'nalganligini bildiradi. P_+^r va P_-^l lar impuls saqlanishi qonunidan olingan. P_+^l va P_-^r kattaliklar ham to'qnashuv jarayonida oshib boradi. Ikkita uyg'ongan ob'yekt kichik qarama-qarshi $P_{\perp}$ komponentalar orqali berilgan. Buning asosiy sababi difraktiv adronlar $P_{\perp}$ sining berilishida, qaysiki u noldan farqli. $P_{\perp}$ fragmentatsiyalanish jarayonlari uchun $P_{\perp}$ bilan solishtirishida juda kam farq qiladi.

Adron-yadro to'qnashuvlari. Adron-yadro to'qnashuvlarini model qo'polroq holda ikki kategoriyaga bo'linadi: 1-modelda snaryadning qayta sochilishi va bunda ikkilamchi zarracha kaskadda ishtirok etmaydi/ 2-modelda qayta sochilish bo'lmaydi va zarrachalar (kvarkalar, nuklonlar) ikkilamchi kaskadni hosil qiladi [2].

Yadro-yadro to'qnashuvlari. Yadro-yadro to'qnashuvlar ancha murakkab. Endi ikkala: nishon va snaryadning tarkibiy qismlari ham Sakson-Vud zichlik taqsimotiga ko'ra taqsimlangan va ikkita yadro to'qnashuvni tasodifiy zarba parametrlarida amalga oshiradi.

Fragmentatsiya. Nuklonlar asosan ko'proq to'qnashuvda ishtirok etsa, ba'zi birlari faqat bir marta to'qnashuvda ishtirok etadi. Navbatdagi qadam adronizatsiyalanish va biz bunda tor fragmentatsiyasi uchun Lund modelidan foydalanamiz. SU(3) rangda biz qizil, yashil va ko'k ranglarga va ularning antiranglariga egamiz.

Yakunda shuni aytmoqchimizki, hozirgi kunda yuqori energiyalar sohasida qo'llaniluvchi ko'pgina nazariy modellar, jumladan kavrk-glyuonlar tori modeli (KGSM), yadro ichki kaskadi modeli (YaIKM) va boshqa modellarga nisbatan 1-4 GeV/c energiya intervalida FRITIOF modeli nazariy hisoblari tajriba natijalarini ishonchliroq ifodalamoqda.

Adabiyotlar

1. B.Andersson, G.Gustafson and B.Nilsson-Almqvist. A.Model for low- p_t Hadronic Reactions, with Generalizations to Hadron-Nucleus and Nucleus Collisions/ Lund preprint LU-TP 86-3. To appear in Nucl/Phys.
2. R.N. Bekmirzayev, F.Yu. Nodirov, O.Ravshanov, I.Suvovonov, M.U. Sultonov, Sh. Usmonov. Yadro – yadro to'qnashuvlarida orqa sferada tug'iluvchi π^- - mezonlar xususiyatlarini o'rganishga FRITIOF modelining tadbiqu. SamDU axborotnomasi, 2011 yil.1 – son.43 – 47 – betlar.

SOBIRSOY SUV OMBORI VA UNGA TUTASH MAYDONLARNING RADIOAKTIVLIGINI BAHOLASH

G. Axmedova, O.B. Mamatqulov, U.U. To'xtayev, E.A. Umirzakov, B.S.Tog'ayev, J.S. Xidoyev, Sh.S. Temirov, B.I. Toshpo'latov, U.X. Yunusova
SamDU, Muhandislik fizikasikasi instituti, Yadro fizikasi va astronomiya kafedrası
e-mail: ulugbekuktamovich89@gmail.com

Nazariy ma'lumotlar. Sobirsoy suv ombori Samarqand viloyati Nurobod tumanida joylashgan. Suv ombor 1984-yilda qurilgan bo'lib, suvning hajmi 42,8 mln m^3 bo'lib, Eski anhor kanalidan suv bilan ta'minlanadi.

Nurobod tumani – O'rta Zarafshon tabiiy geografik okrugida joylashgan bo'lib, okrug O'zbekistonning markaziy qismini, Yer po'stining tektonik jarayonlar ta'sirida cho'kkan Zarafshon vodiysining respublikamizga qaraydigan o'rta qismini o'z ichiga oladi. Zarafshon okrugi Turon plitasining cho'kkan qismida joylashib, neogen davrida dengiz suvining cho'kindisi tufayli quruqlikka aylangan, so'ngra daryo o'zanini yuvib, chuqurlashtirib qator qayirlar hosil qilgan. Bu qayirlar gil qumloq va loysimon jinslaridan tashkil topgan [1].

O'lchash uslubining nazariyasi va qurilmasining tavsifi. Namunalarni tayyorlash. Suv namunalari Sobirsoy suv ombori va unga tutash Musaqoq qishlog'i atrofidagi (janubiy-sharqiy) qismida joylashgan eski uran konining ochiq karyeridan olingan. Ekspeditsiya 2020-yil qishda, 2021-yil bahor va yoz oylarida bajarilgan. Har bir olingan suv namunasi polietilin idishlarda (namuna nomi, namuna olingan joy, olingan vaqti va idish qadoqlangan vaqti) yozib olinadi. Olingan suv namunasi bir joydan ^{222}Rn uchun alohida va TRN va texnogen ^{137}Cs uchun alohida idishda olinadi va qadoqlanadi.

Tekshiriluvchi suvda radionuklidlarning konsentratsiyasi juda kichikligi sababli suv namunalaridagi radionuklidlar aktivligini to'g'ridan to'g'ri aniqlash samarasiz

hisoblanadi. Qo'llaniluvchi usullar qurilmalar sezgiriligiga bog'liq bo'lib, o'lchash aniqligini oshirish uchun bug'latish yo'li bilan 1:100-1:1000 proporsiyada namuna konsentratsiyasi oshiriladi [2].

Suvda radonning konsentratsiyasini aniqlash suvni yuzaga chiqarish joyi yaqinidan namuna olish zarur. Suv avval toza yuvilgan shisha idishda olinadi. Suvni olayotganda idishga gaz pufakchalarining tushmasligini kuzatish zarur. Suvni idish liq to'lguncha olish va idish og'zini mahkam yopish kerak. Sababi, radon gazi suvdan kuchli ajraladi. ^{222}Rn aktivligini aniqlash maqsadida olingan suv namunasini olish vaqti va o'lchash vaqti oralig'i ikki kundan $T_{1/2}(^{222}\text{Rn}) = 3,8$ kun) oshmasligi lozim.

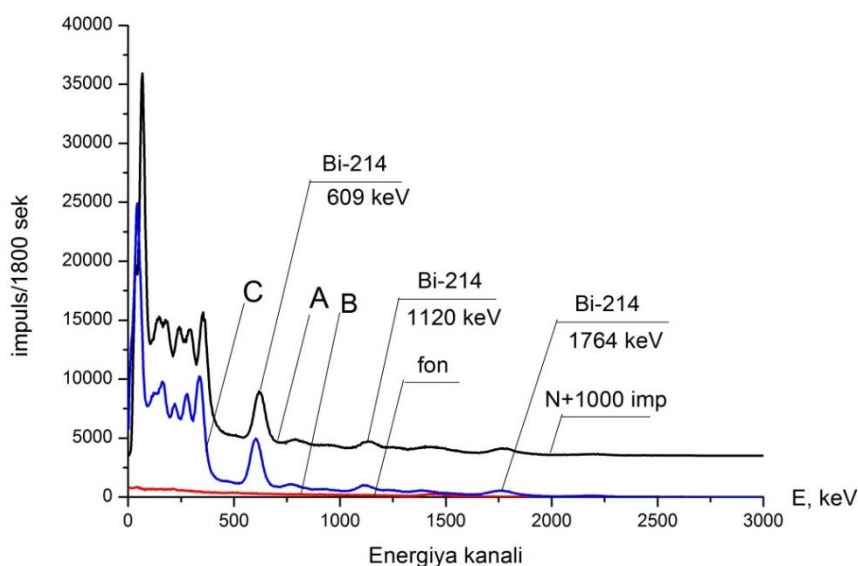
Gamma-spektrometriya usullari qo'llanilganda tekshiriluvchi suv namuna olingan shisha idishdan ingichka polietilin (kembrik) shlang nay ($\varnothing 5$ mm) yordamida Marinelli idishi devori bo'ylab quyiladi. Idishning belgilangan chizig'igacha olinib, idish mustahkam qilib yopiladi va o'lchash namunasi sifatida ishlatiladi. O'lchash uchun tayyorlangan namunalar o'lchami $\varnothing 80 \times 80$ mm NaI(Tl) kristalli ssintillyatsion γ -spektrometrda 1800 sek davomida aktivligi tekshiriladi. Spektrometr ^{137}Cs ning 661 keV li monoenergetik γ -chizig'i uchun energetik ajrata olish qobiliyati 8,5% ni tashkil qiladi. Spektrometr standart ^{232}Th radionuklidi yordamida energiya bo'yicha gradiurovka qilingan. Namunalarni o'lchash davomida operator laboratoriya xonasi havosi harorati va nisbiy namligi bir xil sharoitda o'lchanmog'i lozim.

Gamma-spektrometrni tashkil etuvchilarga ajratish (1-rasm) va qayta ishlash [3] metodika (usullar) yordamida amalga oshiriladi. Eksperimental spektrdan radon tashkil etuvchisi – P spektrlar farqi bo'yicha ajratiladi:

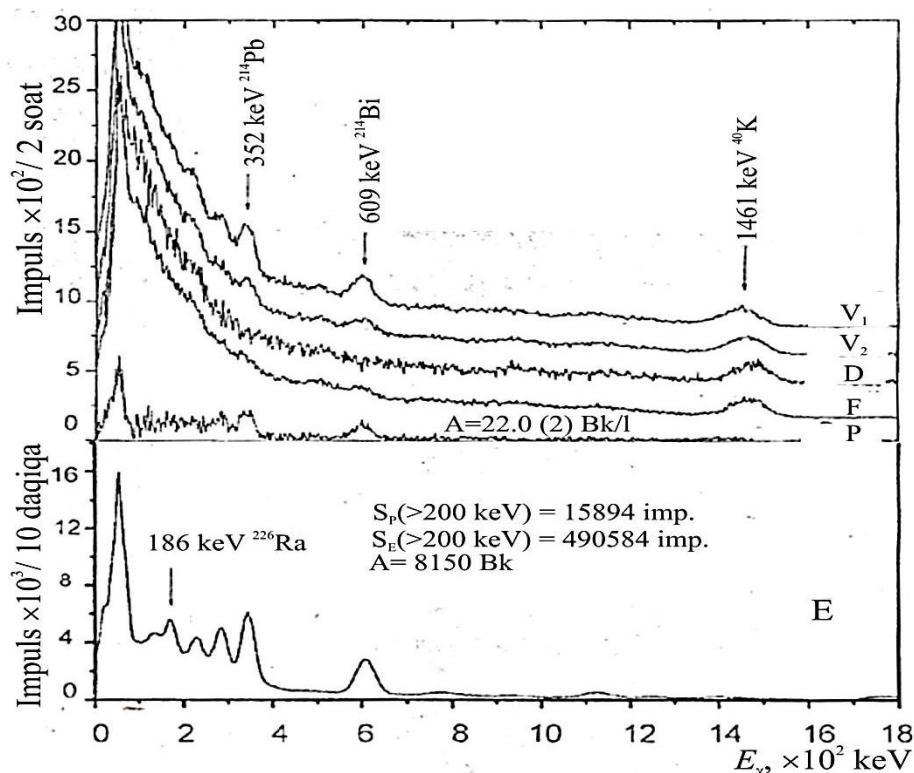
- tekshiruvchi – A va distirlangan (inert) – B hamda suv namunalari – C γ -spektri (1-rasmga qarang);

- $\Delta t = T_{1/2}(^{222}\text{Rn}) = 3,83$ kun saqlangandan so'ng o'lchash namunasi spektri;

- namunadagi ^{222}Rn aktivligi uning spektridan faqatgina 185,6 keV li γ -chizig'i mavjudligi sababli, farqlanuvchi ajratilgan tashkil etuvchisini P – etalon manba ^{226}Ra – E spektri bilan taqqoslash natijasida aniqlanadi (2-rasm).



1-rasm. Suv namunasining γ -spektri (tekshiruvchi – A , distirlangan (inert) – B hamda suv namunalari – C γ -spektri ^{222}Rn tashkil etuvchisi).



2-rasm. Suv namunalarning $V_1(t_1)$ va $V_2(t_2)$ ($t_2 - t_1 = 3,83$ kun) γ -spektri ^{222}Rn
 $P = V_1 - V_2$ uzoq yashovchi TRN, $D = V_1 - 2P$, fon – F , ^{226}Ra – E “toza” spektrlari.

Olingan natijalarning ilmiy xulosalari:

- radiyning konsentratsiyasi Sobirsoy suv ombori suvlarida normativ darajadan hamisha, Zirabuloq tog‘i daryolari suvlarida esa faqat ayrim mavsumlarda oshadi [2];
- o‘rganilgan joylarning tuproq tarkibida Sobirsoy suv omborining shimoliy va shimoliy-sharqiy sohillarida TRN ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K va texnogen ^{137}Cs miqdorlari ochiq karyer va karyerning tutash joylaridagi tuproqlar radioaktivligidan nisbatan kamroq $\Delta = A_{\text{suv}}/A_{\text{kar}} = 0,5-0,8$;
- suv ombor atrofidagi tuproqlarni vaqti-vaqti bilan suv ko‘tarilgani tufayli suv bosib turadi, shu boisdan texnogen radionuklid ^{137}Cs miqdori suv omborga tutash tuproqlarda suv yuvilishi tufayli kichik miqdorda bo‘ladi;

Adabiyotlar

1. G‘ulomov P., Vahobov H. O‘zbekiston tabiiy geografiyasi. Darslik. – Toshkent: O‘qituvchi, 2017. – 176 bet. ISBN 978-9943-22-056-0.
2. Mo‘minov A.T., Mo‘minov T.M., Xolboev I., Axmedova G., Mamatqulov O.B. Atrof-muhit obyektlarini gamma-spektrometriya usullari bilan tadqiq qilish. Monografiya. – Toshkent: Vneshinvestprom, 2020. – 294 bet. ISBN 978-9943-6704-4-0.
3. Azimov A.N., Hushmuradov Sh.Kh., Muminov I.T., Muminov T.M., Osmanov B.S., Safarov A.N., Safarov A.A. Gamma-spectrometric determination of natural radionuclides and ^{137}Cs concentrations in environmental samples. The improved scintillation technique // Radiation Measurements. V. 43, Issue 1, January 2008, P. 66-71.

KVANT POTENSIAL O'RADAGI ENERGETIK HOLATLARNING JUFTLIGI

U.O'.To'xtayev, U.E.Haydarov, M.N.Yusupov, B.S.Tog'ayev

SamDU, Muhandislik fizikasi institute, Yadro fizikasi va astronomiya kafedrası,

ulugbekuktamovich89@gmail.com

Quyidagi ko'rinishdagi potensial o'rani qarab chiqamiz (1 – rasmga qarang):

$$U(x) = -U_0 f\left(\frac{x}{a}\right)$$

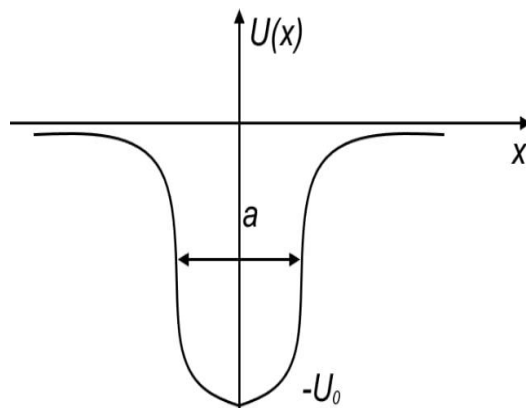
a -o'raning xarakterli kengligi, unda koordinataga bog'liq potensial energiya quyidagiga teng:

$$U(x) = -U_0 f\left(\frac{x}{a}\right)$$

Bir o'lchamli potensial o'rada harakatlanayotgan zarra uchun Shryodengir tenglamasini yozamiz:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 \Psi}{dx^2} + U(x) \Psi = E \Psi \quad (1)$$

1-rasm



bu tenglamadagi energiya va koordinatani birliksiz kattaliklarda quyidagicha almashtirishlar orqali amalga oshiramiz:

$$\xi = \frac{x}{a}; \quad \varepsilon = \frac{E}{U_0}$$

bu almashtirishdan so'ng (1) formulani quyidagicha yozamiz:

$$-\frac{\hbar^2}{2ma^2} \frac{d^2 \Psi(\xi)}{d\xi^2} + U_0 f(\xi) = E \Psi(\xi) \quad (2)$$

agar (2) formulani U_0 ga bo'lsak unda quyidagini hosil qilamiz:

$$-\frac{1}{B} \frac{d^2 \Psi(\xi)}{d\xi^2} + f(\xi) = \varepsilon \Psi(\xi) \quad (3)$$

(3) – tenglamada barcha kattaliklar birliksiz hisoblanadi va undagi B – Born parametri hisoblanadi.

$$B = \frac{2mU_0 a^2}{\hbar^2} \quad (4)$$

B-Born parametridagi $U_0 a^2$ - ko'paytmasi; potensial o'raning U_0 – chuqurligi va kengligi a^2 . Ko'paytma shaklida doimiy $U_0 a^2 = \text{const}$ bo'ladi, unda tenglamani chuqur ingichka o'radagi yechimi, keng va nisbatan katta energiyali yechimi bilan mos tushadi.

Maxsus holatlarni qarab chiqamiz; agar $B \rightarrow 0$, $U_0 \rightarrow \infty$, $a \rightarrow 0$, $U_0 a^2 = \text{const}$, unda energiya quyidagicha o'zgaradi:

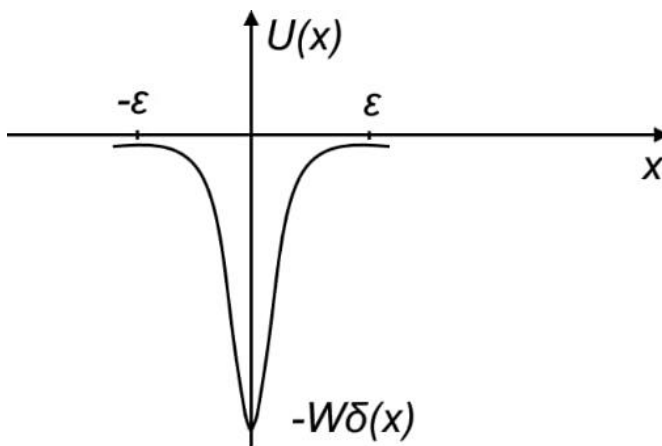
$$\int_{-\infty}^{\infty} U(x)dx = -U_0 a \int_{-\infty}^{\infty} f(\xi)d\xi$$

$$= -CU_0 a = -W$$

Unda potensial o'ra (2 – rasmga qarang) quyidagicha o'zgaradi:

2 – rasm

Shu potensial o'ra uchun Shryodenger tenglamasini yozamiz:



$$-\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2\Psi}{dx^2} - W\delta(x)\Psi = E\Psi \quad (5)$$

bunda $-W\delta(x)$ kuchli singulyar potensial bo'lib, nol atrofida uzluksiz hosilasi bajarilmaydi, shuning uchun kichik $-\varepsilon$ va ε oraliqda integrallaymiz:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} \frac{d^2\Psi(x)}{dx^2} - W \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} \delta(x)\Psi(x)dx = E \int_{-\varepsilon}^{\varepsilon} \Psi(x)dx$$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{d\Psi(x)}{dx} \Big|_{\varepsilon} - \frac{d\Psi(x)}{dx} \Big|_{-\varepsilon} \right) - W\Psi(0) = E\Psi(0) \cdot 2\varepsilon$$

Agar $\varepsilon \rightarrow 0$ $W(\delta)$ singulyar potensial maydon uchun, nuqta atrofida uzluksizlik o'rnida funktsiyani shu sinish nuqtasi atrofida sinish qiymatiga ega bo'lamiz.

$$\Psi'(0^+) - \Psi'(0^-) = -\frac{2mW}{\hbar^2} \Psi(0) \quad (6)$$

Funktsiyani sinish qiymatini aniqlashni bilgan holda spektral energiya qiymatini hisoblaymiz, buning uchun zarraning umumiy energiyasi $E < 0$. Bunday holatda to'liq funktsiyasi quyidagicha yoziladi:

$$\Psi(x) = Ae^{-\kappa x}$$

to'liq funktsiyasini normallashtirsak unda funktsiya $-\infty; \infty$ da kamayuvchi bo'lmog'i shart (3 – rasmga qarang).

I-soha uchun $x \rightarrow -\infty$

$$\Psi_1(x) = Ae^{+\kappa x} \quad (7)$$

II-soha uchun $x \rightarrow +\infty$

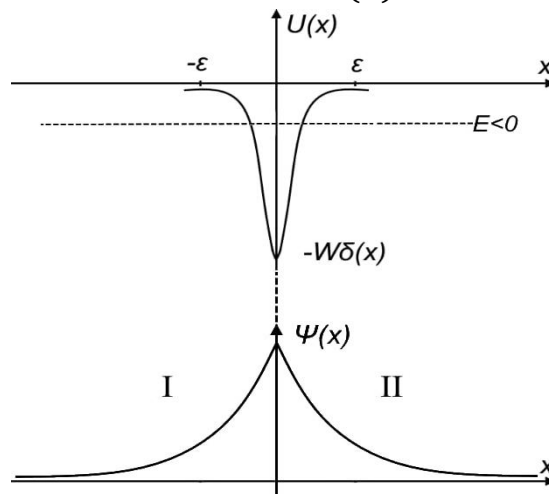
$$\Psi_2(x) = Ae^{-\kappa x} \quad (8)$$

Umumiy holda (7) va (8)larni quyidagicha yozamiz:

$$\Psi(x) = Ae^{-\kappa|x|} \quad (9)$$

Bu funktsiyadan A va κ konstantalarni hisoblaymiz. A normirovka shartidan κ esa funktsiyani hosilasi va 0 nuqtadagi uzluksizlik shartidan topiladi. Nol nuqta atrofida to'liq funktsiyani hosilasi quyidagicha:

3 – rasm



$$\begin{aligned}\Psi'_2(x) - \Psi'_1(x) &= -\frac{2mW}{\hbar^2 \Psi_I(0)} = -\frac{2mW}{\hbar^2} A \\ -A\kappa - A\kappa &= -2 \frac{mW}{\hbar^2} A \\ \kappa &= \frac{mW}{\hbar^2}\end{aligned}\quad (10)$$

(10)-formula energiya qiymatini hisoblashga yordam beradi. $E < 0$ qiymatida κ ning qiymati

$$\kappa = \frac{\sqrt{2m|E|}}{\hbar}$$

Unda energiyaning $-W\delta(x)$ maydondagi qiymati yagona hisoblanadi va quyidagiga teng:

$$E = -\frac{\hbar^2 \kappa^2}{2m} = -\frac{mW^2}{2\hbar^2} \quad (11)$$

4 – rasm

B-ning o'rtacha qiymatida (aniq yechimga ega) bo'lgan to'g'ri burchakli potensial maydonni qarab chiqamiz:

$x < -d/2$ – sohada:

$$\begin{aligned}\Psi_I(x) &= Ae^{kx} \\ k &= \frac{\sqrt{2m|E|}}{\hbar}\end{aligned}$$

$-d/2 < x < d/2$ – sohada:

$$\begin{aligned}\Psi_{II}(x) &= Ce^{i\kappa x} + de^{-i\kappa x} \\ \kappa &= \frac{\sqrt{2m(U - |E|)}}{\hbar}\end{aligned}$$

$x > d$ – sohada:

$$\Psi_{III}(x) = Fe^{-kx}$$

Simmetrik potensial maydonda koordinatani chap va o'ng tomonga siljitishi bilan spektral energiya qiymati o'zgarmaydi. Shuning uchun potensial maydonni koordinatasini o'ng tomonga siljitib juft potensial maydon hosil qilishimiz mumkin. Juft potensial maydonda to'liq funksiyaning kvadrat modul qiymati juft hisoblanadi.

$|\Psi(x)|^2$ unda to'liq funksiya juft yoki toq bo'lishi mumkin. Vaholanki to'liq funksiya juft yoki toqligi uchun ikki holatni qarab chiqamiz:

1. Agar funksiya juft bo'lsa:

$$A = F, C = 0$$

Unda

$$\Psi_{II}(x) = \tilde{C} \cos \kappa x$$

$d/2$ -nuqtasi to'liq funksiyasi va uning hosilasi uzluksiz bo'lib, funksiyaning uzluksizligidan quyidagini hosil qilamiz:

$$\tilde{C} \cos \kappa \frac{d}{2} = Fe^{-kd/2} \quad (12)$$

Hosilaning uzluksizlik shartidan esa

$$\tilde{C} \kappa \sin \kappa \frac{d}{2} = -F k e^{-kd/2} \quad (13)$$

Agar (13) tenglamani (12) ga bo'lsak unda energiyaning xususiy qiymatini beruvchi tenglamani hosil qilamiz.

$$\operatorname{tg} \frac{\kappa d}{2} = \frac{k}{\kappa} \quad (14)$$

2. Endi toq funksiya uchun qarab chiqamiz, unda
 $A = -F, C = -D$

Unda

$$\Psi_{II}(x) = \tilde{C} \sin \kappa x$$

Yuqoridagi amallarni bajargan holda quyidagini hosil qilamiz:

$$\tilde{C} \sin \kappa \frac{d}{2} = F e^{-kd/2} \quad (15)$$

$$\kappa \tilde{C} \cos \kappa \frac{d}{2} = -F k e^{-kd/2} \quad (16)$$

Agar (15) tenglamani (16) ga bo'lsak unda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\operatorname{tg} \frac{\kappa d}{2} = -\frac{\kappa}{k} \quad (17)$$

(14) va (17) tenglamalar transsendend bo'lib ularning yechimini analitik hisoblab bo'lmaydi, shuning uchun biz yechimlarni grafik usulda qiyosiy baholaymiz. Buning uchun avval tenglamani birliksiz qulay ko'rinishda keltiramiz va kattaliklarni Born parametri orqali belgilaymiz. Unda

$$\frac{k}{\kappa} = \sqrt{\frac{|E|}{U_0 - |E|}} = \sqrt{\frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon}}$$

$$\frac{\kappa d}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2mU_0 d^2 (1 - \varepsilon)}{\hbar^2}} = \frac{1}{2} \sqrt{B(1 - \varepsilon)}$$

Endi (14) va (17) tenglamalardagi kattaliklarni birliksiz kattaliklar orqali ifodalaymiz:

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \sqrt{B(1 - \varepsilon)} = \sqrt{\frac{\varepsilon}{1 - \varepsilon}} \quad (18)$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \sqrt{B(1 - \varepsilon)} = -\sqrt{\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon}} \quad (19)$$

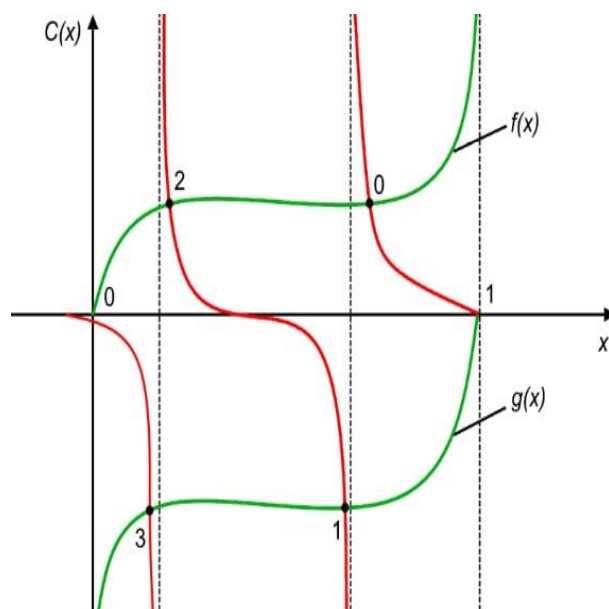
Endi (18) va (19) tenglamalardagi o'zgaruvchi $\varepsilon = x$ almashtiramiz va grafigini quyidagicha alohida funksiyalar ko'rinishda izlaymiz

5 – rasm

$$f(x) = \sqrt{\frac{x}{1-x}} \quad (20)$$

$$g(x) = -\sqrt{\frac{1-x}{x}} \quad (21)$$

$f(x)$ va $g(x)$ funksiyalarni 0 va 1 oralig'idagi o'zgarishini qarab chiqish kifoya (5 – rasmga qarang), Tangens funrsiyasining chiziqlari 0 va 1 oralig'idagi miqdori B – Born parametrini miqdoriga bog'liq bo'lib, Born qiymati katta bo'lsa ko'p miqdorda tangens chiziqlari joylashadi. Yechimlar soni Born parametrining qiymatiga bog'liq.



Grafikdagi (5 – rasmga qarang) ikki funksiyaning kesishgan nuqtalari (0, 1, 2, 3) transcendent (18) va (19) tenglamalarning yechimi hisoblanadi. Shu grafikga asosanib quyidagicha xulosa qilish mumkin; potensial o'raning asosiy holatining juftligi juft, birinchi uyg'ongan holatining juftligi toq, ikkinchi uyg'ongan holatniki esa yana juft va hokazo yuqori uyg'ongan holatlarning juftliklari o'zgaruvchan, xuddi shunday holarlarga tegishli to'lqin funksiyasining juftliklari ham o'zgaruvchan hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. Белый М. У., Охрименко Б. А. Атомная физика. – К.: Вища школа, 1984. – 271 с.
2. Матвеев А. Н. Атомная физика. – М.: Высшая школа, 1989. – 439 с.
3. Овчинкин В. А., Раевский А. О., Ципенюк Ю. М. Сборник задач по общему курсу физики. Ч. 3. Атомная и ядерная физика. Строение вещества / Под ред. В. А. Овчинкина. – М.: Изд-во МФТИ, 2001. – 432 с.
4. Савельев И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике. – М.: Наука, 1988. – 288 с.
5. Сивухин Д. В. Общий курс физики. Т. V. Атомная и ядерная физика. Часть 1: Атомная физика. – М.: Наука, 1986. — 416 с.

NUMERICAL METHOD FOR MOTION BY MEAN CURVATURE OF CURVES ON A SURFACE IN THREE-DIMENSIONAL SPACE

S.X. Urinov, N.A. Taylanov

Jizzakh State Pedagogical University, Jizzakh, Uzbekistan
Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan

Abstract: In this paper we develop a fast and accurate numerical method for motion by mean curvature of curves on a surface in three-dimensional space using

the Allen–Cahn equation. We use a narrow band domain. We adopt a hybrid explicit numerical method which is based on an operator splitting method. First, we solve the heat equation by using an explicit standard Cartesian finite difference scheme. For the domain boundary cells, we use an interpolation using the closest point method.

Keywords: *Allen-Cahn equation, numerical method, operator splitting method, mean curvature.*

Introduction

Allen-Cahn equation has been a subject of extensive research for many years [1-3]. This equation is a special type of non-linear partial differential equation and was originally used to solve phase transition problems such as the transformation of a thermodynamic system from one phase to another [1]. It has also been widely used in many complex moving interface problems in solid state physics and hydrodynamics, such as flow of mean curvature, image analysis, crystal growth, membrane fluidity, nucleation of solids, and mixture of two incompressible fluids [1-3].

In this article, we propose a fast and accurate numerical method on a narrow band domain for motion by mean curvature on a surface in three-dimensional space using the Allen–Cahn equation. The proposed hybrid explicit numerical method is based on an operator splitting method [4].

Research methodology

Let's consider motion by mean curvature of curves on a surface in three-dimensional space. We use the following Allen–Cahn (AC) equation:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \varepsilon \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + f(u) = 0, \quad x \in \Omega, \quad (0 < t \leq T). \quad (1)$$

$$f(u) := F'(u); \quad F(u) = \frac{1}{4}(u^2 - 1)^2,$$

where $u(x, t)$ is the difference between the concentrations of the two mixtures' components. The parameter ε is the gradient energy coefficient related to the interfacial energy. The Allen–Cahn equation exhibits stable equilibria at $u = \pm 1$, while $u = 0$ is an unstable equilibrium. Solutions often display metastability where wells $u \approx -1$ compete with peaks $u \approx 1$, and structures remain almost unchanged for long periods of time before changing suddenly.

One of the well-analyzed solutions of the AC equation is the motion of a circle, so here, we consider Equation (1) with a radially symmetric circular interface centered at (0.5, 0.5) as an initial condition on the domain $W = [0, 1] \times [0, 1]$:

$$u(x, y, 0) = \tanh \left(\frac{R_0 - \sqrt{(x-0.5)^2 + (y-0.5)^2}}{\sqrt{2\varepsilon}} \right). \quad (3)$$

We ran an experiment with the initial radius $R=0.2$, $\varepsilon=0.01$ with the proposed method until time $t=0.0325$ and capture the solution profiles for $t=0.0075$, $t=0.0015$, and $t=0.0325$ in Figure 1. As we can see in Figure 1, as time evolves, the radius of the circle shrinks at the rate of curvature of the circle and disappears when time t is larger than $0.5R^2$. The results in Figure 3 are in good agreement with the theory proposed for the disappearance of the circle for time greater than $0.5R^2$ [3]. Figure 1-2 show the numerical test results at $t = 0$, $t = 0.0075$, $t = 0.015$ and $t = 0.0352$ to the AC equation using the Fourier-spectral method. Here, we use $N_x = N_y = 128$, $h = 2\pi/128$, $\varepsilon = 0.05$ and $\Delta t = 0.0001$. The final time is $t = 0.0352$. The results reflect the motion by mean curvature characteristic of the AC equation. Here, the initial radius is given by $R_0 = 35$ and the other numerical parameters are used as $\varepsilon = \varepsilon_0$, $N_x = N_y = 400$, $h = 0.25$, $\Delta t = 0.2h^2$.

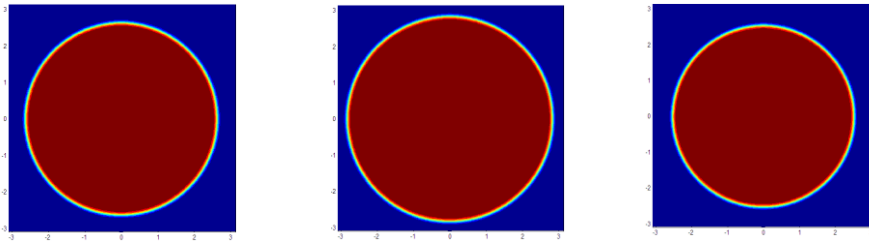


Fig.1. Scenarios of the shrinking of the circle obtained via the proposed method at different times (a) $t = 0$, (b) $t = 0.0075$, (c) $t = 0.015$, and (d) $t = 0.0352$.

In the next step we use the method for the time step and solve up to $t = 200$ s with $\varepsilon = 0.01$. Time evolution for the Allen-Kahn equation is presented in Fig.2.

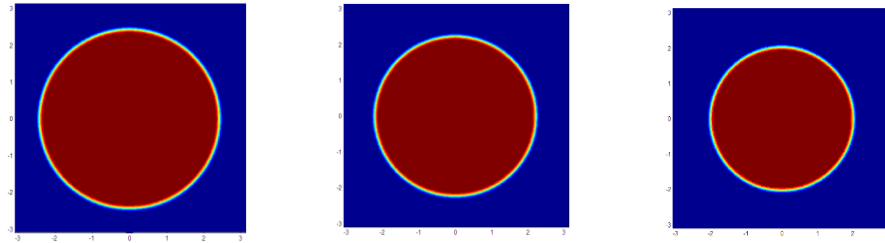


Fig.2. Scenarios of the shrinking of the circle obtained via the proposed method at different times (a) $t = 0$, (b) $t = 0.0075$, (c) $t = 0.015$, and (d) $t = 0.0352$.

Conclusion

In this article, we propose a fast and accurate numerical method on a narrow band domain for motion by mean curvature on a surface in three-dimensional space using the Allen–Cahn equation. The proposed hybrid explicit numerical method is based on an operator splitting method.

Numerical solutions for different values of time stepping are given using graphics. According to the results presented in these figures, the present method offer high accuracy for the numerical solutions of the nonlinear Allen-Kahn equation.

References

1. S.M. Allen, J.W. Cahn. A microscopic theory for antiphase boundary motion and its application to antiphase domain coarsening. *Acta Metall.* 1979, 27, 1085–1095.
2. J.W. Choi, H.G. Lee, D. Jenog, J. Kim. An unconditionally gradient stable numerical method for solving the Allen–Cahn equation. *Physica A* 2009, 388, 1791–1803.
3. J. Zhang, Q. Du. Numerical studies of discrete approximations to the Allen–Cahn equation in the sharp interface limit. *SIAM J. Sci. Comput.* 2009, 31, 3042–3063.
4. S.M. Cox, P.C. Matthews. Exponential Time Differencing for Stiff Systems, *J. Comput. Phys.* 2002, 176, 430–455.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ВОПРОСЫ ПРОНИКАЕТ И В ФИЗИКУ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Р.Н. Бекмирзаев, Б. К. Тухтамишев, Д.А.Алмурадов

Джизакский государственный педагогический университет, Джизак
bekmirzaev@mail.ru

Исследования в физике элементарных частиц требуя больших энергозатрат опосредованно влияют на климат. Как оптимизировать энергопотребление и снизить воздействие фундаментальных исследований на окружающую среду без ущерба для решаемых научных задач — вопросы не праздные и совсем не простые. Так, на днях завершилась конференция Sustainable HEP, на которой будущее физики частиц обсуждалось в контексте устойчивого развития. Инициатива Sustainability in HECAP готовит подробный документ о текущей ситуации в физике частиц и астрофизике. А в недавней публикации впервые проводится сравнение пяти проектов будущей хиггсовской фабрики по энергопотреблению и по выбросам парниковых газов в расчете на один рожденный бозон Хиггса.

Переход на энергосберегающие технологии, сокращение выбросов парниковых газов, подсчет углеродного следа и, более широко, поиск новых возможностей минимизировать воздействие человека на окружающую среду — все эти вопросы не только стали неотъемлемой частью новых технологий, но и плотно вошли в повседневную жизнь. Экспериментальная физика частиц — очень энергоемкая область фундаментальных исследований. Скажем, работа Большого адронного коллайдера была бы просто немыслима без сверхпроводящих магнитов — слишком велики были бы потери энергии и операционные расходы при работе с обычными проводниками. Энергопотребление ЦЕРНа летом, когда ЛНС работает на полных оборотах, огромно и достигает пиковой мощности 200 мегаватт. В зимние месяцы, когда стоимость электричества существенно выше, потребление электроэнергии падает до 80 мегаватт — во многом из-за того, что ЛНС и другие ускорители останавливаются на зиму.

Климатические и природоохранные аспекты не исчерпываются одним лишь энергопотреблением. Например, ЦЕРН ведет и публично выкладывает статистику по выбросам парниковых газов и прочих летучих соединений, по использованию воды, по переработке мусора и по другим аспектам работы центра. Наконец, регулярные — кто-то скажет, избыточные — перелеты физиков для научных визитов и участия в конференциях тоже представляют собой предмет для обсуждения. Тот же ЦЕРН ежегодно посещают десятки тысяч ученых из самых разных уголков мира. Два года пандемии показали, что некоторые форматы совещаний и научного общения можно перенести в онлайн, но, разумеется, не все, и поиск баланса с учетом всех неопределенностей совершенно не очевиден.

Необходимость обсудить широким экспертным сообществом, насколько все эти вопросы серьезны и что тут можно предпринять, побудила физиков организовать в прошлом году первое рабочее совещание Sustainable HEP, что можно расшифровать как «Будущее физики частиц в русле устойчивого развития». Совсем недавно с 5 по 7 сентября, состоялось уже второе совещание из этой серии. Обе встречи прошли онлайн и собрали по несколько сотен экспертов разных профилей. Все материалы презентаций обеих встреч доступны на страницах с расписанием мероприятий (Sustainable HEP, Sustainable HEP — 2).

В данной статье The carbon footprint of proposed e^+e^- Higgs factories, появившейся в конце августа в архиве электронных препринтов, обсуждается углеродный след от хиггсовской фабрики — будущего электрон-позитронного коллайдера, заточенного под изучение бозона Хиггса (см. Физики обсуждают варианты «хиггсовской фабрики», «Элементы», 19.12.2013). На сегодня имеется пять проектов разной степени проработанности, которые опираются на различающиеся технологии; какой вариант будет реализован — пока не решено.

Литература

1. И. Иванов. //The carbon footprint of proposed e^+e^- Higgs factories. <https://arxiv.org/abs/2208.10466>.
2. P. Janot, A. Blondel. The carbon footprint of proposed e^+e^- Higgs factories // Препринт [arXiv:2208.10466].

ВОДОРОД АТОМИ СПЕКТРЛАРИ ЁРДАМИДА БОР ПОСТУЛОТЛАРИ ТЎҒРИЛИГИНИ ТЕКШИРИШ

Хўжамбердиева Ж, Курбонова Н, Абдуғаниев Б

Қарши давлат университети

XIX асрнинг охири XX асрнинг бошларига келиб физиклар томонидан кашф этилган жараёнлар классик физика тасаввурларига зид натижаларни кўрсата бошлади. Масалан Балмер томонидан 1885 йилда Водород атомининг кўзга кўринадиган яъни оптик соҳасидаги нурланишлари ўрганилиб, водород

атоми оптик спектрларининг узлукли бўлиши атом ички тузилиши ҳақидаги тасаввурларимизни ўзгартиришга олиб келди. Чунки бу давргача атом ўз луғавий маъносига мос ҳолда бўлинмас эди. Балмер бир нечта спектрал чизиқларни ўрганиб, водород атомининг нурланишини тушунтирадиган умумлашган формулани таклиф этиши ўша даврда жуда кўп физиклар томонидан эътирозларга сабаб бўлди. Атом бўлинмас бўлса у қандай қилиб чизиқли спектр бериши мумкин деган савол очик қолаётган эди. Бу саволга жавоб топишдан олдин дастлаб биз водород атоми ҳақидаги маълумотларни бир эсга олсак.

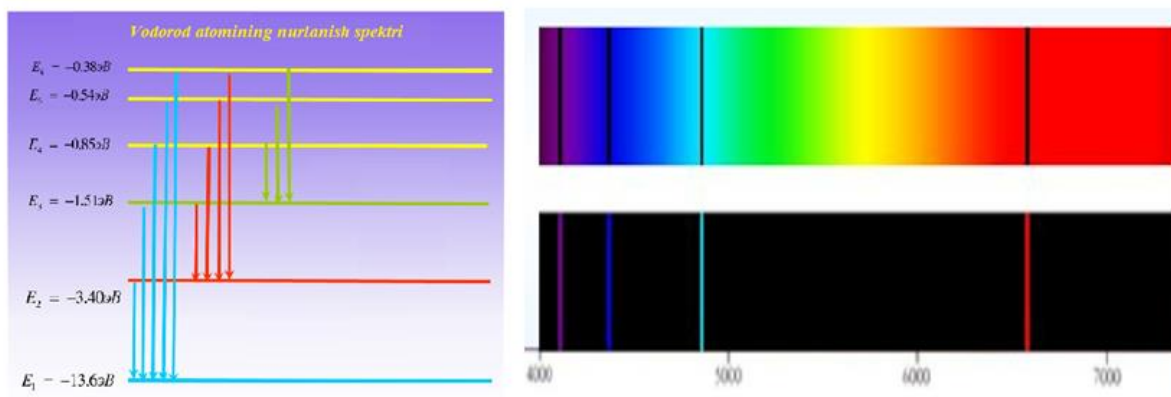
Водород (Hydrogenium), H—Менделеев даврий системасининг биринчи гуруҳига мансуб кимёвий элемент бўлиб, атом массаси 1,00797. Одатдаги шароитда рангсиз, ҳидсиз газ булиб, таъми йўқ. Металларга кислоталар таъсир эттирилганида ёнувчи газ ажралиши XVI ва XVII аср кимёгарларининг асарларида кўп эслатиб ўтилади. 1766-йилда инглиз кимёгари Кавендиш ажралаётган газни йиғиб текшириб, “Алангаланувчи ҳаво” деб атади ва ана шу газ флогистон бўлса керак, деб ўйлади. 1783-йилда Лавуазе сувни анализ ва синтез қилиш йўли билан унинг таркиби мураккаб эканини исбот этди. 1787-йилда эса “Алангаланувчи газ”ни янги элемент деб таърифлади ва унга ҳозирги hydrogen (юн. hydro—сув ва gennaο—туғдираман) номини берди. Русча “Водород” номини 1824-йилда Соловев таклиф этган. Фазода энг кўп тарқалган элемент ҳисобланади. Плазма сифатида Қуёш ва кўпчилик юлдузлар оғирлигининг ярмини, юлдузлараро муҳит ҳамда газ туманликларининг асосий қисмини ташкил этади [3].

Водороднинг нурланиш спектрини ўрганган Балмер таклиф этган формулага кўра атомлар нурланишларни квантлаб яъни проция-порция кўринишида нурланишидан далолат беради. Лекин ўша даврда бу жараёни тушунтириш имкони йўқ эди. 1900 йилда Планк томонидан таклиф этилган гипотезасида энергияни абсолют қора жисмнинг тебраниш осциляторлари юқори амплитудали ҳолатдан қуйи амплитудали ҳолатга ўтганида ёки аксинча бўлганида энергияни узлукли дескрет қийматини қабул қилишини айтиб ўтади ва бу энергия $E = h\nu$ формула билан аниқланишини таклиф этди.

1913 йилда Н. Бор водород атомининг спектрларидаги фундаментал ўзига хосликка, яъни тўлқин сонларининг спектрал термлар фарқи сифатида ифодаланиши ва шунинг учун атомлар энергиясининг фақат дескрет микдорларга ўзгаришини эътиборга олган иккита постулатга асосланади. Лекин икки постулат ҳам классик электродинамика талабларига кескин қарама-қаршидир, чунки биринчи постулатга асосан атомларда электронларнинг ёпиқ орбиталарда тезланиш билан ҳаракатланишига қарамасдан улар нурланмайдилар, иккинчи постулатга асосан эса нурланиш частоталари электронларнинг даврий ҳаракат частоталари билан умуман боғланмаган [3]. Балмер водород атоми учун таклиф этган умумлашган формуласи

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (n = 3, 4, 5, \dots)$$

ёрдамида ҳисобланган нурланиш чизиқлари частотаси қийматининг дескретлиги Бор томонидан таклиф этилган постулотлар ёрдамида осонгина тушунтирилди.



Водород атомининг нурланиш ва ютилиш спектрал чизиқлари

Кейинчалик бошқа атомларнинг нурланиш спектрларини ўрганиш натижалари ҳам Бор постулотлари ёрдамида ҳисобланган натижаларга мос энергия қийматларига эга бўлиши спектрал нурланиш чизиқлари атомнинг ички тузилишига боғлиқ ҳолда юзага келишини ҳамда атом энергияни квантлаб ютиши ёки нурлашини исботлайди. Атом энергияси миқдорининг ўзгаришининг дискретлиги газсимон моддаларнинг ютилиш спектрининг чизиқлилиқ характерга эгалиги билан тасдиқланади [2].

Адабиётлар:

1. Axmedova G., Mamatqulov O.B., Xolbaev I. Atom fizikasi. O'quv qo'llanma. T.: Istiqlol, 2013.
2. Шпольский Э.В. Атомная физика, в 2 т. Т.1. Введение в атомную физику. М.: Наука, 1984. - 552 с. Т.2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. М.: Наука
3. Интернет сайтлари

THE APPROXIMATE SOLUTION OF KURAMOTO - SIVASHINSKY EQUATION WITH PERIODIC BOUNDARY CONDITIONS

N.A. Taylanov, S.X. Urinov, R.M. Ibodov

Jizzax State Pedagogical Institute, Jizzax, Uzbekistan
Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan

Abstract

We present numerical methods for Kuramoto - Sivashinsky equation with periodic boundary conditions. The exponential time differencing Runge-Kutta 4 method is used to solve the diagonal example of Kuramoto - Sivashinsky equation.

Keywords: Kuramoto – Sivashinsky equation, Exponential methods; Integration factor methods; Exponential time differencing methods; Runge-Kutta method.

Introduction

The Kuramoto–Sivashinsky equation describes one of the simplest nonlinear systems that exhibit turbulence Kuramoto [1]. It has been used to study various reaction-diffusion problems and, in particular, it is used to model the thermal mechanism of flame propagation or combustion waves G. I. Sivashinsky [2]. One of methods to resolve the problem is the exponential time difference (ETD) scheme was introduced in [3] and modified by authors of the work [4]. The basics of the ETD scheme are exactly integrating the linear parts of a differential equation and approximating the non-linear terms by a polynomial, which is then exactly integrated [5, 6].

Kuramoto-Sivashinsky equation in one space dimension can be written

$$u_t = -uu_x - u_{xx} - u_{xxx} \quad (1)$$

It is known [2] that the Kuramoto-Sivashinsky equation contains both second and fourth order derivatives, so, it may produce highly complex behaviour. The second order term acts as an energy source and has a destabilising effect, and the nonlinear term transfers energy from low to high wave-numbers where the fourth order term has a stabilising effect. For the simulation tests, we choose the periodic initial condition

$$u(x, 0) = 1,7 \cos\left(\frac{x}{2}\right) + 0,1 \sin\left(\frac{x}{2}\right) + 0,6 \cos x + 2,4 \sin x, \quad x \in [0, 4\pi] \quad (2)$$

As a result of the periodic boundary condition, the problem can be reduced to a diagonal form by Fourier transformation. In solving the problem, we can write [5]

$$\widehat{u}_t = -\frac{ik}{2} \widehat{u}^2 + (k^2 - k^4) \widehat{u}, \quad (3)$$

or, in the standard form

$$(L\widehat{u})(k) = (k^2 - k^4) \widehat{u}(k)$$

In the above equation [5], we apply the Fast Fourier transform (FFT). Working in Fourier space, the numerical algorithm discretizing can be obtained

$$N(\widehat{u}, t) = N(\widehat{u}) = -\frac{ik}{2} \left(F \left(\frac{1}{F\widehat{u}} \right)^2 \right) \quad (4)$$

Results and Discussion

We use Runge-Kutta's fourth-order exponential time difference (ETDRK4) method to obtain an efficient numerical solution for Kuramoto-Sivashinsky with a periodic boundary condition [6]. We solve the diagonal task of the Kuramoto-Sivashinsky equation using the Runge-Kutta 4 ETD method and present the results

using the Matlab program. When evaluating the coefficients of the exponential time differencing and the exponential time differencing Runge- Kutta methods. We integrate the system (12) using fourth-order Runge Kutta exponential time differencing scheme using $N = 126$ with time step $h = \frac{1}{4}$ and number of points of $M = 16$ up to $t_{\max}=150$.

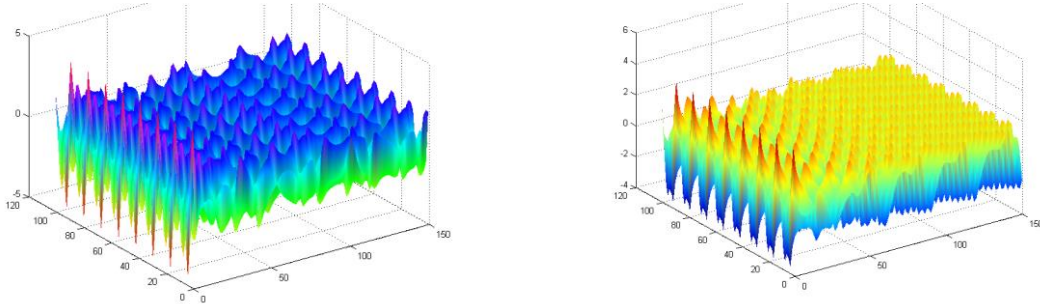


Fig. 1. Time evolution of the numerical solution of the Kuramoto-Sivashinsky up to $t = 60$ with the initial condition (2)

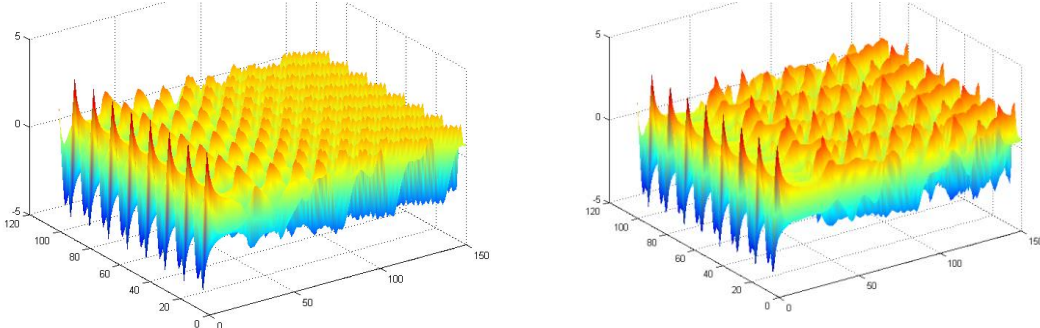


Fig2. Time evolution of the numerical solution of the Kuramoto-Sivashinsky up to $t = 60$ with the initial condition (2)

Conclusion

We have applied Runge-Kutta's fourth-order exponential time difference (ETDRK4) method to the Kuramoto-Sivashinsky equation with periodic boundary conditions. We used the Fourier spectral approximation for the spatial discretization of the basic equation. To implement the computational procedure, the Matlab computer algebra system was used. Analysis of the obtained results confirmed the effectiveness of the method. On the other hand the proposed ETDRK schemes are more accurate than other methods; they have good stability properties and are widely applicable to nonlinear wave equations.

References

1. Y. Kuramoto. Chemical oscillations waves and turbulence. Berlin. Springer. - 1984. - P. 156.
2. G. I. Sivashinsky Weak turbulence in periodic flow. Physica D. - 1985. - Vol. 17, no. 2.-P. 243–255.
3. S. M. Cox, P. C. Mathews, Exponential time differencing for stiff systems, J. Comput. Phys, 176 (2002),430–455.
4. J. D. Lawson, Generalized Runge-Kutta Processes for Stable Systems with Large Lipschitz Constants, SIAM J. Numer Anal, 4(1967), 372-380.
5. A. K. Kassam, High Order Time stepping for Stiff Semi-Linear Partial Differential Equations, PhD thesis, Oxford University, (2004).
6. A.K. Kassam, L. N. Trefethen, Fourth-order time stepping for stiff PDEs, SIAM J. Sci. Comp., 26 (2005), 1214–1233.

ОБРАЗОВАНИЕ КУМУЛЯТИВНЫХ ПРОТОНОВ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ АДРОНОВ И ЯДЕР С ЯДРАМИ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

Р. Н. Бекмирзаев, Ж.Т. Михлиев

Джизакский государственный педагогический университет, Джизак
(bekmirzaev@mail.ru)

К настоящему времени по кумулятивному рождению частиц накоплен огромный экспериментальный материал и установлен ряд закономерностей этого явления. Следует, однако, отметить, что основная часть экспериментальных данных получена в электронных экспериментах, как правило, при малых телесных углах вылета кумулятивных частиц, далеких от полной 4π -геометрии. В связи с этим представляет интерес провести изучение образования кумулятивных частиц при большей статистике экспериментального материала, в условиях, близких к полной геометрии для различных снарядов и мишеней и естественно единой методикой.

Настоящая работа посвящена изучению образования кумулятивных протонов в π^- -С-, p-С- $^4\text{He}_2$ -С- и С-С-соударениях при высоких энергиях. В ней также исследованы корреляции выхода кумулятивных и некумулятивных протонов.

Экспериментальный материал получен с помощью 2 м пропановой пузырьковой камеры Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, облученной π^- -мезонами при импульсе 40 ГэВ/с на Серпуховском ускорителе У-70, протонами при 4.2 и 9.9 ГэВ/с, ядрами $^4\text{He}_2$ и С при 4.2 А ГэВ/с на Дубненском синхрофазотроне.

К кумулятивным относились протоны с параметром кумулятивности $\beta \geq 1.2$, где $\beta = (E - P \cos \vartheta) / m_n$ (E – полная энергия, P – полный импульс, ϑ – угол вылета

рассматриваемого протона, m_n – масса нуклона, которая взялась равной массе протона) и импульсом $P > 0.2$ ГэВ/с (т.е. испарительные протоны исключались).

экспериментальные данные аппроксимировались зависимостью вида

$$f(\beta) = a \exp(-b\beta)$$

Средняя величина b по всем рассматриваемым ансамблям составляет 8.1 ± 0.1 . Интересно отметить тот факт, что не только инвариантные инклюзивные сечения образования кумулятивных протонов в зависимости от кумулятивного числа β имеет экспоненциальный характер, но и распределения протонов по β также имеют тот же характер.

Исследование азимутальных корреляций между кумулятивным и некумулятивным протонами показало, что имеется корреляция, указывающая на тенденцию вылета этих протонов в противоположные стороны азимутальной плоскости. Это является еще одним указанием на то, что кумулятивные протоны образуются за счет взаимодействия первичного адрона с сильно связанной малонуклонной ассоциацией. Аналогичные результаты по азимутальным корреляциям между кумулятивным протоном, летящим в заднюю полусферу, и некумулятивным протонам были получены в pC-взаимодействиях при 10 ГэВ/с [4].

Таким образом, можно заключить, что зависимость инклюзивных сечений образования кумулятивных протонов от кумулятивного числа β имеет универсальную закономерность, заключающуюся в независимости, как от типа снаряда, так и от первичной энергии.

Литература

1. А.И. Аношин и др. Препринт ОИЯИ, 1-81-214, Дубна (1981).
2. И.А. Ивановская, Препринт ОИЯИ, P1-91-264, Дубна (1991).
3. А.И. Бондаренко и др., Препринт ОИЯИ, P1-98-292, Дубна (1998).
4. Д.К. Копылова и др., Препринт ОИЯИ, P1-86-251, Дубна (1986).

NUMERICAL SIMULATION OF NONLINEAR SCHRODINGER EQUATION

S.X. Urinov, N.A. Taylanov

Jizzakh State Pedagogical Institute, Jizzakh, Uzbekistan

Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan

E-mail: taylanov@yandex.ru

ABSTRACT

In this study the split-step Fourier method for the numerical simulation of the nonlinear Schrodinger equation. Approximate numerical solutions of the nonlinear Schrodinger equation are obtained by using Matlab software. It is shown that the proposed method improves the computational effort significantly. This improvement becomes more significant especially for large time evolutions.

Keywords: *nonlinear Schrödinger equation (NLSE), the split step method, splitting.*

INTRODUCTION

The nonlinear Schrodinger equation (NLSE) describes the propagation of non-linear Langmuir waves, waves in deep water; waves in transmission lines, acoustic waves in liquids with bubbles and, above all, the propagation of optical radiation in nonlinear media [1-3]. In numerical analysis, the split-step (Fourier) method is used to solve nonlinear partial differential equations like the NLSE. One of the most popular methods of integration of NLSE, called split-step, was proposed by F. Tappert [4], and its performance was studied in [5]. The split step method is based on the idea of splitting the equation into two parts, the nonlinear and the linear part [6, 7].

RESEARCH METHODOLOGY

Nonlinear Schrodinger equation can be written as

$$i \frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + 2|\psi|^2 \psi \quad (1)$$

where x, t is the spatial and temporal variables, i denotes the imaginary number and ψ is complex amplitude. In our case, the advance in time due to nonlinear part can be written as

$$i \frac{\partial \psi}{\partial t} = 2|\psi|^2 \psi \quad (2)$$

which can be exactly solved

$$\tilde{\psi}(x, t_0 + \Delta t) = \exp[-2|\psi(x, t_0)|^2 \Delta t] \psi(x, t_0) \quad (3)$$

where Δt is the time step. We write the linear part of equation (1) as

$$i \frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} \quad (4)$$

Using the Fourier series it is possible to present that [7]

$$\tilde{\psi}(x, t_0 + \Delta t) = F^{-1} [\exp(ik^2 \Delta t) F |\tilde{\psi}(x, t_0 + \Delta t)|] \quad (5)$$

Therefore combining (3) and (5), the complete form of the splitting can be written as

$$\tilde{\psi}(x, t_0 + \Delta t) = F^{-1} \left[\exp(ik^2 \Delta t) F \left[\exp \left(-2i |\tilde{\psi}(x, t_0)|^2 \right) \tilde{\psi}(x, t_0) \right] \right]$$

Starting from the initial conditions this expression can be solved explicitly.

RESULTS AND DISCUSSIONS

We have plotted the solution obtained by our numerical techniques over space domain x from -10 to 10 and time domain t from 0 to 1 , using various space steps at time step $\Delta t = 0.001$, computed at time $t = 0.1$. Computational results are depicted in figures 1 and 2, which show the solution graphs of the nonlinear Shrodinger equation.

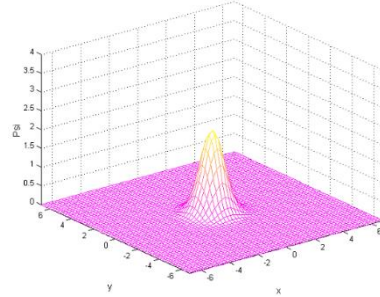
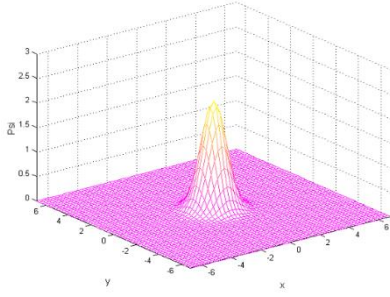


Fig.1. Evolution of an one-dimensional fundamental soliton at $t=0.1$, $t=0.2$, $t=0.3$

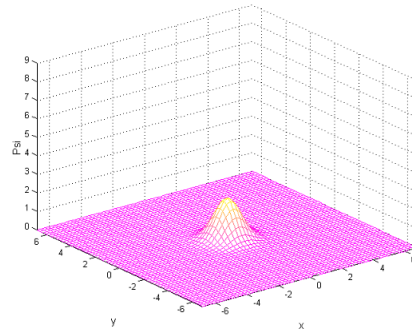
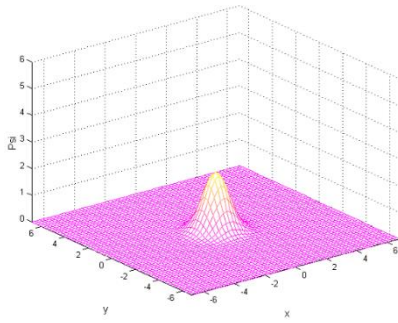


Fig.2. Evolution of a two-dimensional second-order soliton at $t=0.5$, $t=0.8$, $t=1.0$

According to the results presented in these figures, the present method offer high accuracy for the numerical solutions of the nonlinear Schrodinger equation. In the other hand, as can be seen from figures, a result obtained by the implicit exponential finite difference scheme has better than results obtained from the other numerical schemes. These calculations demonstrate that the accuracy of the solutions is quite high even in the case of a small number of grid points.

CONCLUSION

In this study the split-step Fourier method for the numerical simulation of the nonlinear Schrodinger equation. Approximate numerical solutions of the nonlinear Schrodinger equation are obtained by using Matlab software. It is shown that the proposed method improves the computational effort significantly. This improvement becomes more significant especially for large time evolutions. The applied here scheme

can be used as an efficient tool in computational mathematics, namely in a class of nonlinear differential equations, which describe the theoretical quantum physics and engineering problems.

References

1. G.P. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, Academic Press, 2007.
2. P.M. Lushnikov, Fully parallel algorithm for simulating dispersion-managed wavelength-division-multiplexed optical fiber systems, Opt. Lett. 27 (11) (2002) 939–941.
3. V.E. Zakharov, Collapse of Langmuir waves, Sov. Phys. JETP 35 (5) (1972) 908–914.
4. R.H. Hardin, F.D. Tappert, Applications of the split-step Fourier method to the numerical solution of nonlinear and variable coefficient wave equations SIAM Rev. Chron. 15 (1973) 423.
5. G. Strang, On the construction and comparison of difference schemes, SIAM J. Numer. Anal. 5 (3) (1968) 506–517.
6. Trefethen, L. N., (2000), Spectral Methods in MATLAB, SIAM, Philadelphia.
7. Bogomolov, Y. L. and Yunakovsky, A. D., (2006), Split step Fourier method for nonlinear Schrodinger equation, Proceedings of the International Conference Day on Diffraction, pp. 34-42.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ДИФФУЗИИ ТЬ В Si

Я.А.Сайдимов¹, М.И. Маннанов¹, Ф.Б. Умаров¹

¹НИИ-ФПиМ при Национальном университете Узбекистана, Ташкент.

fajzullo.umarov.95@bk.ru

Процесс изготовления и эксплуатации полупроводниковых приборов на основе кремния, включающий в себя различные термические и радиационные обработки, сопровождается многочисленными изменениями его электрофизических свойств. Тем не менее к полученным полупроводниковым приборам предъявляются жесткие требования по стабильности их параметров в различных радиационных и термических условиях работы.

Одним из перспективных путей управления процессами деградации электрических параметров кремния является легирование его редкоземельными примесями. Поэтому комплексное исследование технологических условий легирования кремния данными примесями, изучение особенностей деградации электрических параметров такого материала имеет большое значение для понимания механизма взаимодействия примесных атомов с различными дефектами в кристаллической решетке и для целенаправленной разработки оптимальных способов получения термо- и радиационно-стойких материалов и приборов на их основе [1].

Основной целью настоящей работы является комплексное исследование и целенаправленная разработка оптимальных условий управления деградацией электрофизических свойств кремния путём легирования его некоторыми редкоземельными примесями. Пока что, число таких исследований ограничено, а их результаты в ряде случаев противоречивы. Выполненные эксперименты по диффузии празеодима, скандия, эрбия и тулия, прометия, иттрия, а также результаты исследования диффузии самария и гадолиния в кремнии указывают на то, что эти примеси, подобно другим элементам III группы перемещаются по узлам кристаллической решетки [2].

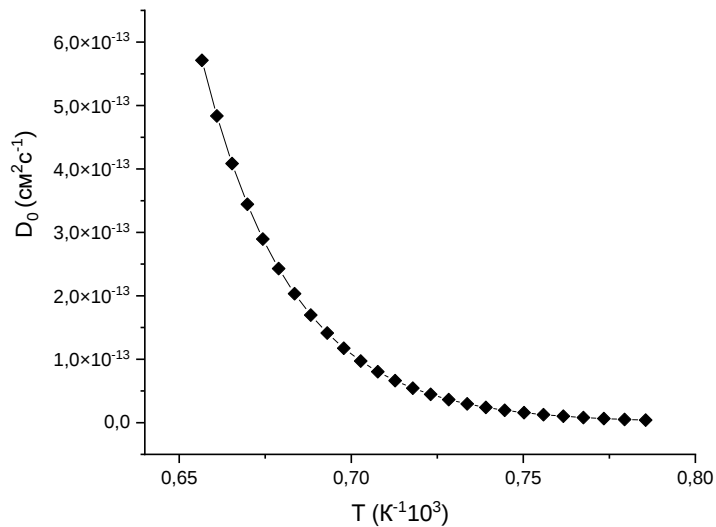


Рис. 1. Температурная зависимость коэффициента диффузии Tb в Si

В предположении, что соблюдается закон Фика и что поверхностная концентрация примеси не меняется со временем (диффузия из постоянного источника в полуограниченное тело), мы определили коэффициенты диффузии D тербия в кремнии. С этой целью экспериментальная кривая остаточного количества примеси, как и в работе [4], аппроксимировалась теоретической кривой для диффузии из постоянного источника:

$$Q(x) = 2c_0\sqrt{Dt} \operatorname{ierfc} \frac{x}{2\sqrt{Dt}}$$

где c_0 — поверхностная концентрация, x — суммарная толщина снятых слоев, t — время диффузии.

Как следует из проанализированных данных (см. рисунок), коэффициент диффузии тербия в кремнии увеличивается по мере роста температуры от $4,05 \cdot 10^{-15}$ до $5,7 \cdot 10^{-13} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$. Температурная зависимость коэффициента диффузии может быть при этом описана соотношением:

$$D_{Tb} = 5 \cdot 10^{-2} \exp\left(-\frac{3.3 \text{ eV}}{kT}\right), \text{ см}^2 \text{ с}^{-1} \quad (1100 - 1250^\circ \text{C})$$

При этом нами ожидается, что поверхностная концентрация тербия в кремнии будет располагаться в интервале $3 \cdot 10^{13} \div 5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$.

Мы полагаем, что полученные нами значения коэффициента диффузии и энергии активации диффузии тербия свидетельствуют о том, что эта примесь, как и другие РЗ элементы является примесим замещения, мигрируют в кремнии подобно другим элементам III группы по узлам кристаллической решетки.

Литература

1. Талипов Ф.М. Исследование деградации электрофизических свойств кремния и структур на его основе, легированных переходными, редкоземельными и изовалентными элементами // Автореф. 1995 с. 4
2. Д.Э. Назыров. Диффузия европия в кремнии // ФТП, 37 (5), 570 (2003)
3. Н. В. Латухина, В. М. Лебедев. Диффузионное легирование кремния редкоземельными элементами // Самарский государственный университет, Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова РАН, Материалы электронной техники. № 1. 2011, с. 7-12.
4. Бринкевич Д.И., Вабищевич С.А., Просолович В.С., Янковский Ю.Н. Редкоземельные элементы в монокристаллическом кремнии // Монография, Новополюцк: ПГУ, 2003. – 204 с. УДК 621.315.592:546.28, ББК 31.233, Р 33, ISBN 985-418-193-6.

5- ШУЪБА

ФИЗИКА СОҲАСИДАГИ МАКАЛИ КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШНИНГ ИННАВАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

СПИРАЛСИМОН ИССИҚЛИК АЛМАШИНУВ ҚУРИЛМАСИДА ҚУРИТИШ ЖАРАЁНИНИНГ ОПТИМАЛ ИШ РЕЖИМИ

Н.С. Холмирзаев, А.Ш. Рахмонов

Қарши давлат университети

Қишлоқ хўжалик маҳсулотлари, жумладан пахта хом ашёсини қуритиш жараёнида спиралсимон иссиқлик алмашинув қурилмасини тадбиқ этишда дастлаб унинг тажриба моделини яратиш талаб этилади. Бунинг учун албатта қуритиш жараёнининг қурилмага алоқадор бўлган баъзи параметрларини ҳисобга олиш лозим. Жумладан, иссиқлик алмаштиргичга қуритиш барабанидан келаётган пахта таркибидаги турли хил чанг зарралари ва сув буғлари аралалашмасидан иборат ишланган ҳавонинг температураси, тезлиги, оқим сарфи, иссиқлик бериш коэффициентини ва шу кабиларни аниқлаш талаб этилади.

Ишланган ҳавонининг иссиқлигини қайта ўзлаштириш учун қуйидаги шароитларга мўлжалланган спиралсимон иссиқлик алмаштиргични моделини лойиҳалаш зарур:

1) ишланган ҳавонинг сарфи:

$$G_u = L + W = 17,1 + 0,429 = 17,5 \text{ m/coam}$$

2) ишланган ҳавонинг бошланғич температураси: $t_1 = 90^\circ\text{C}$;

3) ишланган ҳавонинг охириги температураси: $t_2 = 50^\circ\text{C}$;

4) ташқи муҳитдан қурилмага кираётган ҳавонинг киришдаги температураси: $t_3 = 20^\circ\text{C}$;

5) иситилаётган ҳавонинг қурилмадан чиқишдаги температураси: $t_4 = 50^\circ\text{C}$.

Иссиқлик ташувчиларнинг физик параметрлари уларнинг ўртача температуралари орқали аниқланади.

Ишланган ҳавонинг ўртача температураси

$$t_{\text{э.ўр}} = 0,5(t_1 + t_2) = 0,5(90 + 50) = 70^\circ\text{C}$$

бунда $t_1 = 90^\circ\text{C}$ — ишланган ҳавонинг қурилмага киришдаги температураси; $t_2 = 50^\circ\text{C}$ — ишланган ҳавонинг қурилмадан чиқишдаги температураси.

1-жадвал.

Иссиқлик ташувчиларнинг физик хоссалари.

Куруқ ҳавонинг физик хоссалари						
$T, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$c, \text{кДж/(кг}^\circ\text{C)}$	$\lambda, \text{Вт/(м}^\circ\text{C)}$	$\mu \cdot 10^6, \text{Пас}$	$\nu \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	Pr

0	1,293	1,005	0,0244	17,2	13,28	0,0707
10	1,247	1,005	0,0251	17,6	14,16	0,0705
20	1,205	1,005	0,0259	18,1	15,06	0,703
30	1,165	1,005	0,0267	18,6	16,00	0,701
40	1,128	1,005	0,0276	19,1	16,96	0,699
50	1,093	1,005	0,0283	19,6	17,95	0,698
60	1,060	1,005	0,0290	20,1	18,97	0,696
70	1,029	1,009	0,0296	20,6	20,02	0,694
80	1,000	1,009	0,0305	21,1	21,09	0,692
90	0,972	1,009	0,0313	21,5	22,10	0,690
100	0,946	1,009	0,0321	21,9	23,13	0,688
Сув буғининг физик хоссалари						
$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кг} / \text{м}^3$	$c, \text{кДж} / (\text{кг}^\circ\text{C})$	$\lambda, \text{Вт} / (\text{м}^\circ\text{C})$	$\mu \cdot 10^6 \text{Па} \cdot \text{с}$	$\nu \cdot 10^6 \text{м} / \text{с}$	Pr
100	0,598	2,135	0,02372	11,97	20,02	1,08

Иситилувчи ҳавонинг ўртача температураси

$$t_{c.yp} = 0,5(t_3 + t_4) = 0,5(20 + 50) = 35^\circ\text{C}$$

бунда $t_3 = 20^\circ\text{C}$ – иситилувчи ҳавонинг қурилмага киришдаги температураси;
 $t_4 = 50^\circ\text{C}$ – иситилувчи ҳавонинг қурилмадан чиқишдаги температураси.

Амалда пахта хом ашёсини қуритиш жараёнида ажралган ҳавонинг физик хоссалари чигитли пахтанинг хоссаларига боғлиқ равишда турлича бўлгани учун тажриба ўтказишда юқоридаги жадвал асосида уларнинг қийматини тақрибан оламиз. Қуруқ ҳавонинг солиштирма иссиқлик сиғимини $c_{к.х} = 1000 \text{ Ж} / \text{кг}^\circ\text{C}$ деб қабул қиламиз, нам ҳаво учун $c_{н.х} = 2000 \text{ Ж} / \text{кг}^\circ\text{C}$ га тенг бўлади.

Қурилмада ўзлаштирилган иссиқлик баланси

$$Q_{\dot{y}3} = Q = G_u c_u (t_1 - t_2) = (L c_{к.х} + W c_{н.х}) (t_1 - t_2)$$

$$Q_{\dot{y}3} = (7.1 \cdot 1000 + 0.429 \cdot 2000)(90 - 50) = 718320 \text{ кВт}$$

Температураларнинг берилган қийматларида иссиқлик ташувчиларнинг ўртача логарифмик температуралар босими қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\Delta t_{\dot{y}p} = \frac{\Delta t_K - \Delta t_k}{\ln \frac{\Delta t_K}{\Delta t_k}}$$

бунда Δt_K – иссиқлик ташувчилар орасидаги энг катта температура босими $^\circ\text{C}$;

Δt_k – иссиқлик ташувчилар орасидаги энг кичик температура босими $^\circ\text{C}$;

Қурилмада оқимлар схемаси:

$$90^\circ\text{C} \rightarrow 50^\circ\text{C};$$

$$40^\circ\text{C} \leftarrow 20^\circ\text{C}$$

Температура босими

$$\Delta t_K = 90 - 40 = 50^\circ\text{C}$$

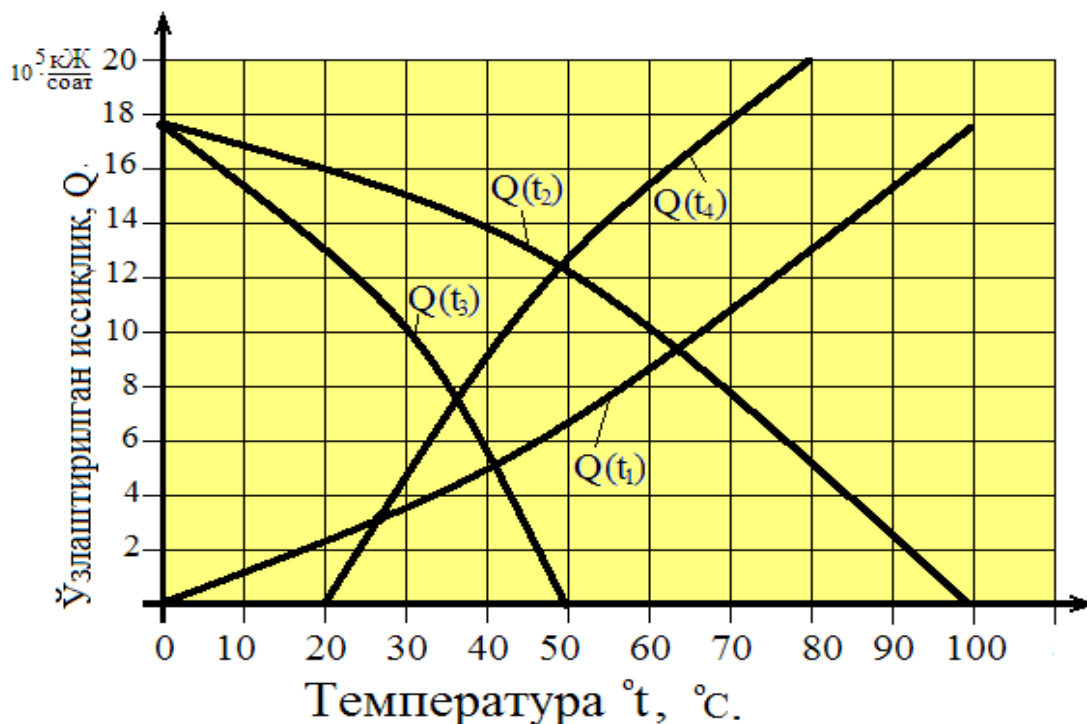
$$\Delta t_k = 50 - 20 = 30^\circ\text{C}$$

Ўртача логарифмик температуралар босими

$$\Delta t_{yp} = \frac{50 - 30}{\ln \frac{50}{30}} = 39^\circ \text{C}.$$

Натижаларни қуйидаги графикда тасвирлайиз.

Қуритиш барабанининг умумий иссиқлик сарфи, (кЖ/соат)



1-Расм. Спиральсимон иссиқлик алмашгич қурилмасида ўзлаштирилган иссиқликнинг температурага боғлиги:

- t_1 -ишланган иссиқликнинг қурилмага кириш температураси;
- t_2 -ишланган иссиқликнинг қурилмадан чиқиш температураси;
- t_3 -ташқи муҳит ҳарорати;
- t_4 -ташқи ҳавонинг қурилмадан чиқиш температураси;

$$\Delta Q = \sum Q - Q_{юз} = 2675365 - 718320 = 1957045$$

Қуритиш барабанининг фойдали иш коэффициенти.

$$\eta = \frac{Q_1}{\Delta Q} \cdot 100\% = \frac{1099157,1}{1957045} \cdot 100 = 56,1 \%$$

Аналитик тадқиқотлардан кўзланган асосий мақсад ўрганилаётган жараёни ҳисоблаш учун зарур бўлган тенгламалар олишдир.

Лаборатория шароитида ва синов қурилмаларида ўтказилган тадқиқот ишларининг натижалари ўхшаш жараёнларнинг бир хиллик шартларига мувофиқ қайта ишланиб, тақлиф этилаётган қуритиш жараёнида биз бу

энергияни ўзлаштириш мақсадида спиралсимон иссиқлик алмаштиргичдан фойдаландик. Бунда қуришти барабанидан чиқаётган ишланган иссиқлик спиралсимон иссиқлик алмаштиргич ёрдамида ўзлаштирилади ва яна қайта печнинг кириш қисмига узатилади.

Тажрибада олинган натижалар асосида спиралсимон иссиқлик алмашинув қурилмасини тадбиқ этишда қуришти барабанининг фойдали иш коэффициентини 41.1 % дан 56.3 % га ошиши аниқланди.

Адабиётлар

1. Авезов Р.Р., Орлов А.Ю. “Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения”. Ташкент: Фан, 1988. -288 с.
2. Холмирзаев Н.С., Сатторов Б.Н. “Солнечно-рекуперативный воздухонагреватель в процессах сушки хлопка-сырца”, монография, Ташкент, ”Фан” 2013 г. С.-42-46
3. Рахмонов М. “Совершенствование технологии сушки хлопка-сырца и разработка новой барабанной сушилки”. Дисс. к.т.н. Ташкент 1984г.
4. “Технологик жараёнларни моделлаштириш ва оптималлаштириш” марузалар матни. “Тошкент кимё-технология институти”. Тошкент-2012й.

FIZIKANING ENERGETIKA BILAN INTEGRATSIYA MUAMMOLARI

B.E. Xayriddinov, N.S. Xolmirzayev, S.O‘. Umarova

Qarshi davlat universiteti

Ma’lumki, har qanday mamlakatning barqaror rivojlanishida yoq’ilg’i-energiya resurslarining iste’moli hal qiluvchi omil hisoblanadi. Chunki, har bir turdagi mahsulotni ishlab chiqarish uchun ma’lum miqdorda energiya sarf qilinadi, ya’ni har birlik miqdordagi mahsulotning tannarxi ham bevosita issiqlik va elektr energiyasi istemoliga bog’liq bo’ladi [1,2].

Bugungi kunda aholi sonini tez sur’atlar bilan o’sishi, sanoat ishlab chiqarish korxonalari, zavodlar va transport tarmoqlarining ortib borishi, tabiiy ravishda energiyaga bo’lgan ehtiyojini yanada kuchayishiga olib kelmoqda. Bu hol o’z navbatida, an’anaviy qazilma zaxiralarini qazib olishni muvofiqlashtirish va ekologik muammolarni kamaytirish uchun energiya resurslarini tejab-tergab foydalanishni taqoza qiladi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti SH.M.Mirziyoyev 2019 yil 8 oktyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish Konsepsiyasini tasdiqlash to’g’risida”gi PF-5847-sonli farmonida “Mamlakatni modernizatsiya qilish, ijtimoiy-iqtisodiy jihatdan barqaror rivojlantirish uchun yuksak samarali texnika va texnologiyalar bilan ta’minlash va yuqori malakali kadrlar tayyorlash sifatini oshirish, inson kapitalini mehnat bozori talablari asosida rivojlantirish” masalalariga e’tiborni qaratib, bunda ijtimoiy soha va iqtisodiyot tarmoqlarining barqaror rivojlanishiga munosib hissa qo’shadigan, mehnat bozorida

o'z o'rnini topa oladigan, yoqilg'i-energetik tizimini innovatsion vositalar asosida takomillashtirishga erisha oladigan, yuqori malakali kadrlar tayyorlash lozimligini ko'rsatib o'tdi[1].

Mamlakatimizda qayta tiklanuvchi energiya manbalarining yirik salohiyati ekologik toza va yashil iqtisodiyotni rivojlantirishga katta turtki bo'ladi. O'zbekistonning qayta tiklanuvchi energiya manbalari bo'yicha jami salohiyati 117 984 mln t.n.e. ni tashkil etib, uning texnika salohiyati 179,3 mln t.n.e.ga teng. Ushbu salohiyatning asosiy ulushini quyosh energiyasi tashkil qilib, uning yalpi salohiyati 50 973 mln t.n.e. hamda texnik salohiyati 177 mln t.n.e. ga teng. Quyosh energiyasining texnik salohiyati mamlakatimiz birlamchi energiya iste'molidan 3-3,5 barobariga ortiq. Mamlakatimizning qulay iqlimiy va geografik joylashuvi quyosh energiyasi salohiyatidan sanoat maqsadlarida keng ko'lamda foydalanish imkoniyatini beradi. Shamol energiyasining umumiy salohiyati 2,2 mln t.n.e. ni tashkil qilib, uning 19 foizini texnik o'zlashtirish imkoniyati mavjud.

Geotermal energiyaning umumiy salohiyati quyosh energiyasi salohiyatidan ham yuqori bo'lib, uning miqdori 67 000 mln t.n.e. ni tashkil qiladi. Ushbu energiya turini o'zlashtirish uchun oddiy va iqtisodiy jihatdan foydali texnologiyalarning rivojlanmaganligi tufayli, uning 2,3 mln t.n.e. qisminigina texnik jihatidan o'zlashtirish imkoniyati mavjud[2].

Iqtisodiyotning turli tarmoqlarida, xususan sanoat va qishloq xo'jaligida maishiy chiqindilarni qayta ishlash orqali biogaz ishlab chiqarish salohiyati ham mavjud. Bunda optimal texnologiyalarni joriy qilish bir tonna qattiq maishiy chiqindi orqali 250 m³ biogaz olish imkonini beradi.

Yuqorida zikr qilingan muammolar hamda hisob-kitoblar esa jahon energetika sohasi mutasaddilari va o'z navbatida mamlakatimiz olimlari oldiga qayta tiklanadigan yoqilg'i-energiya resurslaridan keng foydalanish bo'yicha samarali ishlarni amalga oshirish, yangi ilg'or texnologiyalarni kashf etilishini tezlashtirish hamda bu energiya manbalari asosida ishlaydigan zamonaviy qurilmalarni loyihalovchi va ishlatuvchi oliy ma'lumotli muhandis-fiziklarning yangi profilini tayyorlash talabini qo'ymoqda.

Yuqorida keltirilgan muammolarni e'tiborga olib, hamda fizikani energetika va boshqa fanlar bilan integratsiyasini ta'minlash maqsadida "Energiya resurslari fizikasi" fanini o'quv dasturini ishlab chiqib, uni 5140200-fizika yo'nalishida o'qitishni maqsadga muvofiqligini bugungi davr talab qilmoqda.

"Energiya resurslari fizikasi" fanining mazmuni quyidagicha ketma-ketlikda o'tilishini taklif qilinadi: Kirish, fanning ahamiyati, uning maqsadi va vazifalari; Energiyaning muqobil turlari va ulardan O'zbekistonda foydalanish istiqbollari; Energiya ishlab chiqarish va uning iste'moli orasidagi munosabat; Qayta tiklanmaydigan va qayta tiklanuvchi energiya manbalari; Energiya ishlab chiqarish va uning iste'molining samaradorligi; Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish; Yarim o'tkazgichli fotovol'taik qurilmalar; Biomassani qayta ishlash orqali biogaz olish; Sho'r ko'llardan muqobil energiya manbai sifatida foydalanish imkoniyatlari; Quyosh energiya ta'sirida o'simliklarni rag'batlantirish; Sanoat chiqindilarini qayta ishlash; Uylar havosini mo'tadillashda foydalanish; Geotermal issiqlik nasoslaridan foydalanish; Quyosh kollektorlari, Quyosh energiyasidan

foydalanib ishlovchi suv chuchuklashtirish va ovqat tayyorlash qurilmasi; Quyosh energiyasi hisobida ishlovchi sovutkichlar; Shamol energiyasi va boshqa mavzular yoritiladi. Bulardan tashqari “Energiya resurslari fizikasi”ga oid seminar mashg‘uloti, laboratoriya mashg‘uloti, mustaqil ish mavzulari va foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati keltiriladi.

Fizika yo‘nalishida “Energiya resurslari fizikasi” kabi fanlarni o‘tilishi, fizikani energetika va boshqa fanlar bilan integratsiyasini ta‘minlagani holda, mehnat bozorida o‘z o‘rnini topa oladigan hamda fizika-energetikaning barqaror rivojlanishiga munosib hissa qo‘shadigan yuqori malakali muhandis-fiziklarning yangi profilini tayyorlash uchun xizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish Konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli farmoni.
2. Zokirov Sh.E. O‘zbekistonda qayta tilkanuvchi energiya manbalari: zamonaviy va istiqbolli energetika.//”Ilm-fan va innovatsion rivojlanish” T.: “Innovatsion rivojlanish” 2020 №1 24-31 bet.
3. Xayriddinov B.E., Xolmirzayev N.S., Xalimov G‘G‘., Risboyev A.S., Ergashev Sh.H. “Muqobil energiya manbalaridan foydalanish asoslari” Toshkent “Adabiyot uchqunlari” 2017. -422 bet.

FIZIKA KURSINI O'QITISH UCHUN INNOVATSION PEDAGOGIK TEKNOLOGIYALAR

B.M. Kamanov

TATU Nurafshon filiali katta o‘qituvchisi

bekzod.kamanov@bk.ru Tel: +99894 614 27 14

Annotatsiya: Maqolada fizika o‘qitishda innovatsion texnologik usullardan foydalanish, o‘qitish samaradorligini oshirishda axborot texnologiyalari, zamonaviy pedagogik texnologiyalar va interfaol usullarni uyg‘unlashtirish masalalari muhokama qilinadi. Ushbu maqola fizika o‘qituvchilari, mutaxassislar va talabalar uchun mo‘ljallangan.

Kalit so‘zlar: Axborot texnologiyalari, interfaol usul, innovatsion pedagogik texnologiyalar, texnologik ishlanmalar, laboratoriya, zamonaviy laboratoriya jihozlari.

Kirish.

Zamonaviy ta‘limning vazifasi nafaqat bilimlarni etkazish balki, bilimni dunyoni ijodiy rivojlantirish vositasiga aylantirish, jamiyat taraqqiyotining hozirgi bosqichida, o‘quvchining shaxsiy fazilatlarini saqlash va rivojlantirishga qo‘yiladigan talablar, uning ijodidan salohiyat va intellekt, hayotiy qadriyat yo‘nalishlari birinchi o‘ringa chiqadi[1].

Maxsus pedagogik vositalardan foydalangan holda talaba intellektini, uning ijodiy tafakkurini maqsadli ravishda rivojlantirish, ilmiy dunyoqarashi va faol hayotiy pozitsiyasini qanday shakllantirish masalasi ochiqqligicha qolmoqda. Bu zamonaviy innovatsion qidiruvlarning birinchi raqamli muammosi[2,3].

Innovatsion jarayonlarda ta'limning maqsadi o'quvchilarning ijodiy va tanqidiy fikrlashni shakllantirishga asoslangan yangi tajribalarni o'zlashtirish imkoniyatlarini rivojlantirish, har kimga o'z imkoniyatlarini ochib berish va to'liq ro'yobga chiqarish imkonini beradigan bunday rivojlanish uchun shart-sharoitlarni ta'minlash: jismoniy, ma'naviy va intellectual[4].

MATERIALLAR VA USLUBLAR

Innovatsion jarayonlar atamasiga tarixiy va ilmiy nuqtai nazardan ta'rif beramiz:

Innovatsiya - bozorda talab qilinadigan jarayonlar yoki mahsulotlar samaradorligini sifat jihatidan oshirishni ta'minlaydigan joriy qilingan yangilik.

"Innovatsiya" atamasi lotincha "novatio" so'zidan kelib chiqqan bo'lib, "yangilash" (yoki "o'zgartirish") va "in" prefiksi lotin tilidan "yo'nalishda" deb tarjima qilinadi, agar so'zma-so'z tarjima qilingan bo'lsa, "Innovatio" - "o'zgarishlar yo'nalishida". Innovatsiya tushunchasining o'zi birinchi marta 19-asrda ilmiy tadqiqotlarda paydo bo'lgan. "Innovatsiya" tushunchasi XX asr boshlarida yangi hayot oldi[5-7].

NATIJALAR VA MUHOKAZALAR

Talabalarning tabiiy fanlar bo'yicha bilim, ko'nikma va malakalariga quyidagi talablar qo'yiladi. Talaba bilishi kerak:

"Atomlar va molekulalarni boshqaradigan qonunlar kvant mexanikasi qonunlari bo'lsada, jismlarning aksariyat xususiyatlari atom va molekulalarning kvant tabiati bilan bog'liq emas, balki ular haddan tashqari ko'p miqdordagi atom va molekulalarni o'z ichiga oladi. Suyuqlik yuzasida yuza taranglik kuchlari va kapillyar hodisalarning sabablarini bilish lozim.

Berilgan holat uchun gaz holatining parametrlarini, turli jarayonlarda gazning ichki energiyasining o'zgarishini, bajarilgan ishini, olingan yoki uzatiladigan issiqlik miqdorini, gazning issiqlik belgisiga mos keladigan issiqlik belgisini hisoblay olish. ideal gaz qonunlari va ideal gazning holat tenglamalaridan foydalangan holda ma'lum shartlar. sanash va ularning nomlarini topa olish lozim.

Termodinamikaning asosiy qonunlarini, issiqlik mashinalarining ishlash prinsipini va ularning maksimal samaradorligini tushuntira olish, kristallar hodisalaridagi anizotropiya sabablarini tushuntira olish, kristall birlik hujayralarining parametrlarini hisoblash, kristallarning tekisliklari va yo'nalishlarini aniqlay olish; qattiq jismlarning issiqlik sig'imining kvant nazariyasi va malakalariga ega bo'lish.

Ma'ruzalarda gorizontalga burchak ostida va ufqqa nisbatan o'qqa tutilgan ob'ektlar harakatining syujeti misolida zamonaviy texnologiyalardan foydalanishni ko'rib chiqamiz.

XULOSA

Ta'limda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish ta'lim sifatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Milliy o'quv dasturini amalga oshirish ta'lim sifatini

oshirishni taqozo etadi. Shu munosabat bilan zamonaviy texnologiyalar ta'limning turli sohalariga kirib bormoqda.

Fizika o'qitish jarayonida zamonaviy texnologiyalarni qo'llash usullari ko'rsatildi. Zamonaviy texnologiyalardan foydalanish talabalarning faolligini oshiradi va shu orqali ularni chuqur bilim olishga undaydi. Shuningdek, nazariy bilimlarni amaliyotda qo'llash ularda ko'nikma hosil qiladi, ijodkorlikni rivojlantiradi va mustaqil ishlash qobiliyatini rivojlantiradi. Bu, o'z navbatida, ulardan kelgusi faoliyatida foydalanish imkoniyatini beradi.

Darslarning barcha turlari, jumladan, ma'ruza, amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya mashg'ulotlarida zamonaviy texnologiyalardan foydalanish talabalarning mustahkam bilim olishiga xizmat qilmoqda.

Adabiyotlar

1. U. Begimkulov, R. Yusupov, O. Rajabova Collection of laboratory works from optics T. TSPU, 2020.
2. AG Ganiev, AK Avlikulov, GA Alimardonova Textbook "Physics" Part 1, Academic Lyceum and Vocational Colleges. T.: Teacher, 2020.
3. Mirzakhmedov BM Applied questions of physics in the system of secondary education. Tashkent: Teachers. 2020
4. M.F. Atoeva. Interdisciplinary relations in physics course at specialized secondary education. The Way of Science. – Volgograd, 2016. – №9 (31). – P.22-24.
5. M.F. Atoeva. The significance of periodicity at teaching physics. The Way of Science. – Volgograd, 2016. – № 10 (32). – P.62-64.
6. H.O. Juraev. Training Materials for Alternative Energy Sources in Education. Eastern European Scientific Journal. – Düsseldorf, 2017. №1. –P. 127-131.
7. 22. H.O. Juraev., S.Q. Qahhorov. Modeling of heat-physical processes insolar dryers. Journal of Critical Reviews.–Malaysia, 2020.№ 7, ISSUE 17. 9-15 pp.

FIZIKANING ELEKTROMAGNETIZM BO'LIMIDAN MUSTAQIL ISH BAJARISHNING INTERFAOL METODLARI.

A. Abduqodirov, B. Imomov, A.Shodiyev

Mirzo Ulug'bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish instituti

Annotatsiya

Ushbu maqolada texnika oliy o'quv yurtlarida fizikaning elektromagnetizm bo'limidan mustaqil ish bajarishning interfaol metodlari va ularni talabaniing ijodkorlik qobiliyatini va tafakkurini rivojlantirishdagi ahamiyati bayon qilingan.

Kalit so'zlar

Elektromagnetizm, mustaqil ish, elektr sxemalar, rasmlari topshiriq, ijodkorlik, tafakkur, interfaol usullar.

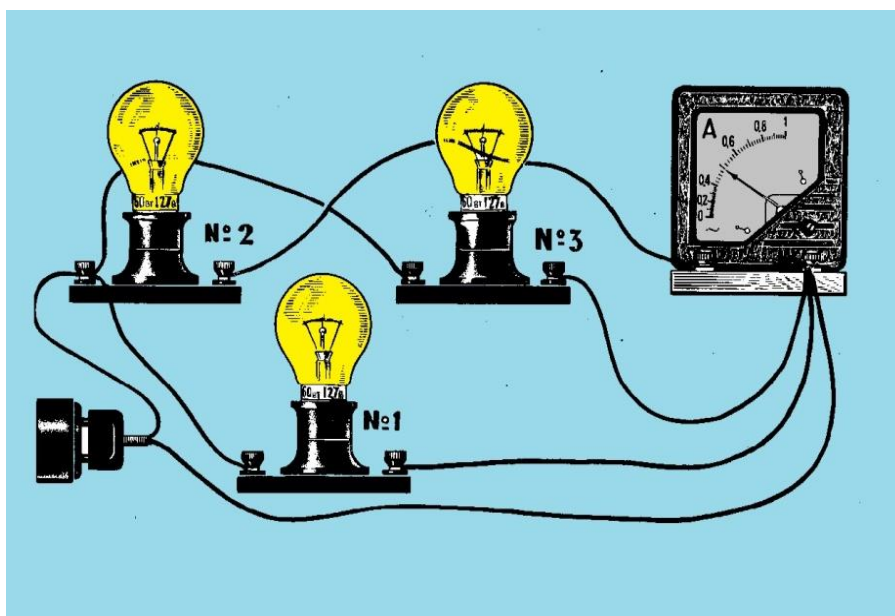
Talabalarning yetarlicha chuqur bilimga ega bo'lishlari va kelgusida yetuk mutaxassis bo'lib tarbiyalanishlari eng avvalo professor-o'qituvchilarning darslarni to'g'ri tashkil etishlariga, zamonaviy innovatsion texnologiyalardan mohirona foydalanishlariga bog'liq bo'ladi. Dars o'tish usullarining qiziqarli va xilma-xil bo'lishi talabalarni ham pedagogni ham ilhomlantiradi. Dars jarayonida talabani shunchaki tinglovchiga aylantirib qo'ymasdan, mustaqil ishlashiga va o'z bilimlarini bayon eta olishiga imkoniyat yaratib berish zarur. Zero mahoratli murabbiy talabalarga mavjud haqiqatni anglatibgina qolmay, izlanish, intilish yo'lini o'rgatadi.

Jamiyatimizdagi fan va texnika taraqqiyoti eng avvalo barcha tabiiy fanlarda, jumladan, fizika fanida erishilgan yutuqlar bilan bevosita bog'liqdir. Fizika fanining o'qitilishidan asosiy maqsad – talabalarning yetuk mutaxassis bo'lib yetishishlari yo'lida kerakli umummuhandislik va ixtisoslik fanlarini o'zlashtirish uchun yetarli darajada baza yaratish, ularning kelgusidagi mehnat faoliyatlarida uchraydigan muammolarni hal etishda mustaqil fikr yurita olishlariga va fizikadan o'zlashtirgan bilimlarini amaliyotda bevosita tadbqiq eta olishlari uchun bilim va ko'nikmalarni hosil qilishdan iborat. Bunday vazifani amalga oshirishda, ayniqsa, talabaning mustaqil fikrlash qobiliyatini va tafakkurini rivojlantirishda turtki bo'ladigan, ularni ilmiy izlanishga chorlaydigan o'qitish metodlaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi. Fizikaning elektromagnetizm bo'limidan mustaqil ish bajarishda “baliq skleti”, “Ven diagrammasi”, “laboratoriya qurilmalarining elektr sxemalarini chizish hamda tahlil qilish” va shu kabi ko'pgina interfaol metodlardan foydalanish mumkin. Ushbu maqolada esa, asosan mustaqil ish bajarishda “laboratoriya qurilmalarining elektr sxemalarini chizish hamda tahlil qilish” metodining mohiyati va uning talabaning ijodkorlik qobiliyatini va tafakkurini rivojlantirishdagi ahamiyati bayon qilingan. Maqolada misol tariqasida fizikaning elektromagnetizm bo'limidan mustaqil topshiriqlar va ularning yechimlari rasmlarda va yozma shaklda ko'rsatilgan. Talabaga mustaqil bajarish uchun berilgan tarqatma materiallarda faqat mustaqil topshiriqning o'zi beriladi, yechimlari esa o'qituvchining o'zida yoki kafedrada saqlanadi. Talaba mustaqil topshiriqlarni bajarib kelganidan keyin, o'qituvchi javoblarning to'g'ri yoki noto'g'riligini tekshirib ko'radi va unga to'g'ri javoblarni ko'rsatib qilgan xatoliklarini tushuntiradi va baholaydi. Bundan tashqari mustaqil ishlarni bajarishda masalani teskari tarzda qo'yish ham mumkin, ya'ni laboratoriya qurilmasining elektr sxemasi berilgan bo'lsa, shu qurilmaning tashqi ko'rinishini, ichki tuzilishini va undagi barcha detallarning rasmini chizib ko'rsatish vazifasini qo'yish mumkin.

Quyida fizikaning elektromagnetizm bo'limidan berilgan ba'zi rasmlari mustaqil topshiriqlar namuna sifatida keltirilgan.

1-topshiriq:

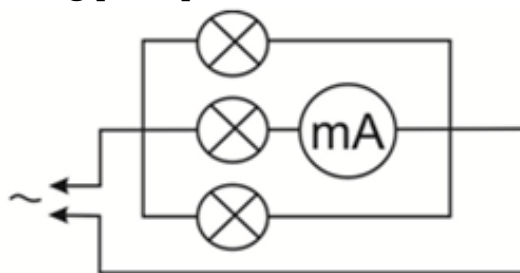
1. 1-rasmdagi elektr zanjirning prinsipial sxemasini chizing.
2. № 1 lampadagi tok qiymatini toping.
3. № 2 lampa kuyib qolsa ampermetrning ko'rsatishi qanday o'zgaradi?
4. Har bir lampaning qisqichlaridagi kuchlanishning taqribiy qiymatini toping.
5. Zanjirdagi umumiy qarshilikning qiymatini toping.



1-rasm

1-toshiriqning yechimi:

1. 1-rasmdagi elektr zanjirning prinsipial sxemasi.



1.1-rasm.

2. $I_{L1} = I_{L2} = I_{L3} = 0.5A$

3. Ampermetr ko'rsatishi nolga teng bo'ladi.

4. Lampadagi kuchlanishni aniqlash uchun oldindan uning sokolida ko'rsatilgan kattaliklardan foydalanib qarshiligini topish kerak, ya'ni:

$$R_L = \frac{U_L^2}{P} = \frac{127^2}{60} = 269 \text{ Om}$$

$$U_L = R_L \cdot I_L = 269 \text{ Om} \cdot 0.5 \text{ A} = 134.5 \text{ V}$$

5. $R = \frac{R_L}{n} = \frac{269 \text{ Om}}{3} = 89 \text{ Om}$

2-topshiriq:

1. 2-rasmdagi elektr zanjirning prinsipial sxemasini chizing.

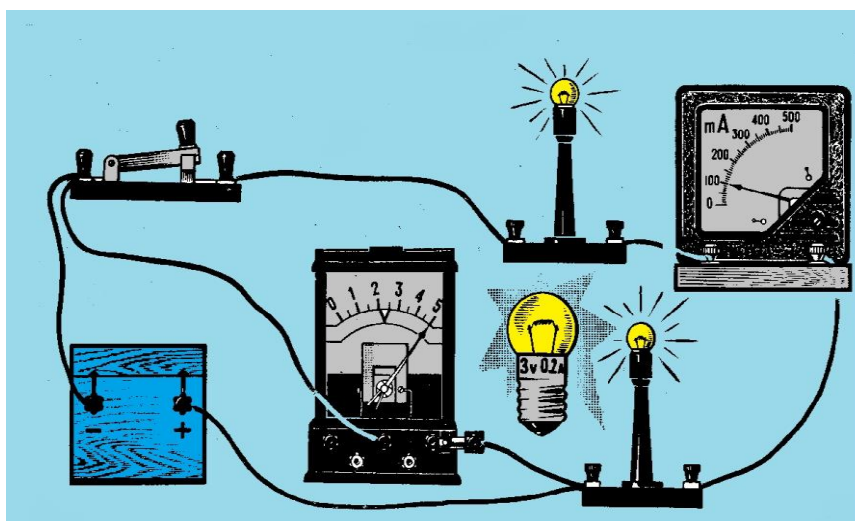
2. Bitta lampadagi kuchlanishni toping.

3. Agar barcha lampalar bir xil bo'lsa, bitta lampaning qarshiligini toping.

4. Bitta lampa kuyib qolsa, voltmeter ko'rsatishi qanday o'zgaradi?.

5. Butun zanjirning aktiv quvvatini toping.

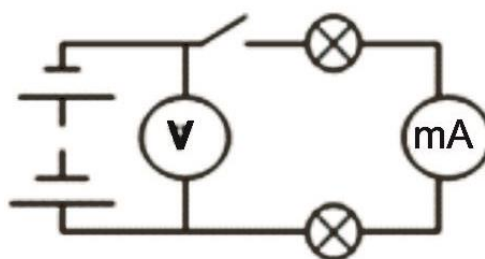
6. Butun zanjirning nominal quvvatini toping.



2-rasm

2-topshiriqning yechimi:

1. 2-rasmdagi elektr zanjirning prinsipial sxemasi (2.1-rasm)

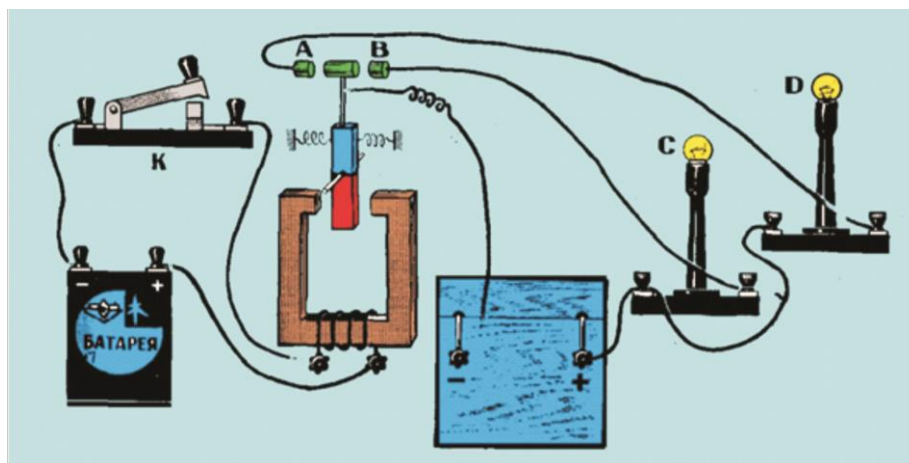


2.1-rasm.

2. $U_L = \frac{U}{2} = \frac{5V}{2} = 2.5V$
3. $R_L = \frac{U_L}{I} = \frac{2.5V}{0.1A} = 25\Omega$
4. Voltmetr ko'rsatishi oshadi.
5. $P = I \cdot U = 0.1A \cdot 5V = 0.5W$
6. $P_n = 2 \cdot U_L \cdot I_L = 2 \cdot 3V \cdot 0.2A = 1.2W$

3-topshiriq:

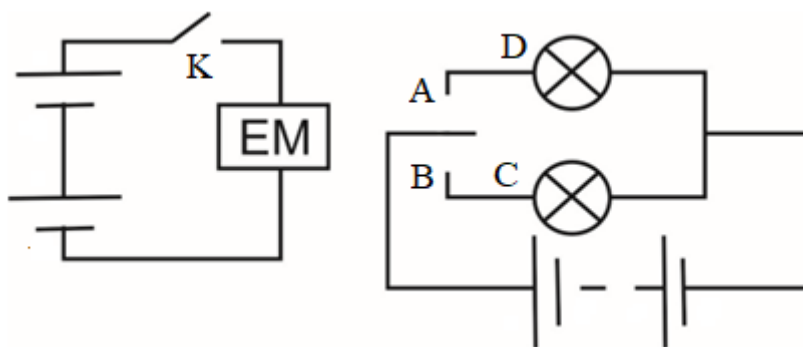
1. 3-rasmdagi elektr zanjirning prinsipial sxemasini chizing.
2. K kalit ulanganda sodir bo'ladigan hodisani tushuntiring.



3-rasm

3-topshiriqning yechimi:

1. 3-rasmdagi elektr zanjirning prinsipial sxemasi:



3.1-rasm

2. O‘zinduksiya hodisasi tufayli K-kalit ulanganda C-lampa yonadi, uzilganda esa D-lampa yonadi.

Yuqorida ko‘rib o‘tilgan rasmlari mustaqil topshiriqlarni bajarish uchun talabaga quyidagi mavzular bilan tanishib chiqish tavsiya qilinadi:

1-topshiriqda: Om qonunlari, o‘tkazgichlarni ulash usullari, ampermetrning tuzilishi va vazifasi.

2-topshiriqda: o‘zgarmas tok qonunlari, o‘tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash, elektr o‘lchov asboblari.

3- topshiriqda: elektromagnit induksiya, o‘zinduksiya, elektromagnit, o‘zgarmas tok manbalari.

Xulosa qilib aytganda, mustaqil ish bajarishda “laboratoriya qurilmalarining elektr sxemalarini chizish hamda tahlil qilish” metodidan foydalanishning ahamiyati shundan iboratki, talaba har bir topshiriqni bajarish uchun o‘z ustida mustaqil ishlaydi, fizikaning biror sohasini yoki mavzularini chuqur o‘rganadi va shu asnoda o‘z bilimini oshiradi, talabaning ijodkorlik qobiliyati va tafakkuri yanada rivojlanadi, ilmiy va o‘quv adabiyotlar bilan ishlash ko‘nikmalari hosil bo‘ladi, kelgusida vatanimiz taraqqiyotiga munosib hissa qo‘sha oladigan muhandislarni tayyorlash uchun zamin yaratiladi.

Adabiyotlar

1. N.A.Sultanov. "Fizika kursi". Oliy o'quv yurtlari uchun darslik.-Toshkent., "Fan va texnologiya", 2011 y.
2. M.A. Karabayeva. «MOLEKULYAR FIZIKA». Darslik. Toshkent: “Universitet” nashriyoti. 240 bet. 2014 y.
3. J.Kamolov, I.Ismoilov, U.Begimqulov, S.Avazboyev “Elektr va magnetizm” O‘quv qo‘llanma Toshkent.: “IQTISOD-MOLIYA”, 2007 y. 280 bet.
4. F.Izbosarov, I.R.Kamolov. “Elektromagnetizm” Oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun darslik. Toshkent.: Iqtisod-Moliya, 2006 y.-360 bet.
5. M.Raxmatullayev. "Umumiy fizika kursi Mexanika". O‘quv qo‘llanma. Toshkent.: “O‘qituvchi” 1995 y. 352 bet.
6. Bozorova S.J., Kamolov N. K. Fizika (Optika. Atom va yadro fizikasi). «Aloqachi», 2007-y., 272 bet darslik sifatida tavsiya etgan.
7. G‘.Abdullayev. "Fizika". Oliy o'quv yurtlari uchun darslik.- Toshkent., "O'qituvchi", 1989 y. 296 bet.

8. A.G.G'aniyev. "Fizikadan masalalar yechish" o'quv qo'llanma. T.: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2012 y. 402 bet.
9. V.S.Volkenshteyn (S.X.Astanov, M.A.Vahabova, M.Qurbonov) "Umumiy fizika kursidan masalalar to'plami". O'quv qo'llanma. Toshkent-2008 y. 377 bet.
10. A.G.Chertov, A.A.Vorobyov. "Fizikadan masalalar to'plami". Texnika oliy o'quv yurtlarining talabalari uchun o'quv qo'llanma Toshkent "O'zbekiston" 1997 y. 608 bet.
11. Организация и проведение лабораторных занятий по курсу общей физики в педагогических вузах с использованием задачного метода. URL: <http://www.dissercat.com>
12. Загайнов А.З. Проведение контрольных лабораторных работ. /Проблемы учебного физического эксперимента. Выпуск 6.: Глазов, СанктПетербург, 1998. С. 10-11.

CARRYING OUT LABORATORY WORKS ON THE PHYSICS COURSE

Sh.E Karshibaev

Uzbekistan-Finland Pedagogical Institute. Samarkand city, Spitamen shokh street No 166. Samarkand, Uzbekistan. shavkat.qarshiboyev.89@bk.ru +998933505453

The problem of the development of schoolchildren's thinking cannot be closed by the assimilation of mental actions by students, since the student's ability to theoretically reason about a certain system of actions does not yet provide the ability to perform the same actions in reality. The final stage in the development of mental operations of students is not the formation of a mental action, but the implementation of this action in practical activities. Therefore, teaching physics provides for the involvement of schoolchildren in such activities that allow the use of acquired knowledge in practice, in particular, in the performance of laboratory work by schoolchildren.

Under laboratory work is understood such an organization of an educational physical experiment, in which each student works with instruments or installations. The didactic role of laboratory work is extremely large. Perceptions in the performance of laboratory work are based on a larger and more varied number of sensory impressions and become deeper and more complete compared to perceptions in the observation of a demonstration experiment. When performing laboratory work, students learn to use physical devices as tools of experimental knowledge, acquire practical skills.

In some cases, the scientific interpretation of the concept becomes possible only after the direct acquaintance of students with the phenomena, which requires the reconstruction of experiments by the students themselves, including during laboratory work. The performance of laboratory work contributes to the deepening of students' knowledge from a certain section of physics, the acquisition of new knowledge,

familiarization with modern experimental techniques, and the development of logical thinking.

Laboratory work is also of great educational importance, since it disciplines students, teaches them to work independently, and instills the skills of a laboratory culture.

Laboratory work from physics is classified according to various criteria:

- for content - from mechanics, molecular physics, electrodynamics, optics, etc.;
- methods for performing and processing results - observations, qualitative experiments, measurement work, quantitative studies of the functional dependencies of quantities;
- for a measure of independence of students during the execution - verification, heuristic, creative
- for the didactic purpose - learning new things, repetition, consolidation, observation and study of physical phenomena, familiarization with physical devices and measurement of physical quantities, familiarization with the structure and principle of operation of physical devices and technical installations, identification or verification of quantitative patterns, determination of physical constants;
- for a place in the educational process - previous, illustrative, final;
- for an organizational sign - frontal laboratory work, physical workshops, home experiment.

The last classification is the most general and most common. It makes it possible to consider the experiment from the point of view of teaching methods, correctly determine the place of each of its types in the system of training sessions from physics, and rationally select educational equipment.

Frontal laboratory work - these are classes in which students themselves reproduce and observe physical phenomena or measure physical quantities using special (laboratory) equipment. The word "frontal" means that in this case, all the students in the class are conducting the same experiment, using the same equipment. If the duration of frontal laboratory work does not exceed 10-15 minutes, then they are often called frontal experiments. Frontal laboratory work is carried out during the study of the relevant material.

A physical workshop is a form of laboratory work in which all links or groups of links of students receive different tasks of a complicated content. The workshop is held after studying a certain section of the physics course or most often at the end of the academic year. His assignments cover large topics of the course and require complex physical equipment and experimental setups to complete them. Home experiment - laboratory work that is performed by students at home on the instructions of the teacher. At the same time, students use household items or self-made simplest appliances.

Laboratory work can be performed by one of the methods: reproductive, partially exploratory (heuristic) or research. The reproductive method of performing laboratory work lies in the fact that in this case it does not provide for independent acquisition of new knowledge, but only the already known facts and truths are confirmed or theoretically established statements are illustrated.

The performance of laboratory work by the reproductive method involves updating the knowledge of students, repeating the method of measuring the necessary physical quantities, and clarifying the circuit diagram of the installation. After that, the students are invited to assemble the scheme of the installation, carry out the measurement, process the results of the experiment and draw the appropriate conclusions.

This method of performing laboratory work is the most common in the practice of teaching physics, but it has significant drawbacks: it is designed for the reproducing activity of students and requires them to act according to the model.

The partial-search method consists in the fact that the teacher, systematically giving consistent instructions, directs the practical actions of the students, and then directs their mental activity with his questions to analyze the results obtained from the experiments and to formulate a new, previously unknown law or fact. This method makes it possible to organically include a laboratory experiment in the presentation of new material as a source of new knowledge obtained by the student as a result of his observations on an independently assembled installation.

It is advisable to use the partial-search method in cases where all the actions that students must perform are already learned or can be easily performed. This method can be used in works devoted either to the observation of phenomena or to the establishment of functional dependencies between certain physical quantities.

With the research method of execution, students receive only a task, and they find ways to complete it themselves and independently carry out all stages of the study - assemble the installation, measure, process the results, and so on.

The research method in its purest form can only be used in individual work with strong students. But the elements of this method must be taught to all students. To do this, on the eve of laboratory work, it is advisable to invite students to think about possible ways of indirect measurement of any quantity, to indicate the necessary instruments and methods of measurements themselves. Students' suggestions are discussed in the class and a single approach to doing the work is made. All subsequent work is carried out by the students completely independently. The role of the teacher is only to control the actions of students.

The qualitative relationship between the methods of performing laboratory work cannot be determined normatively, since their choice is influenced by many factors: the compliance of the chosen method with the lesson goal, the readiness of students to perceive the material at a certain level, the content of the experiment. When choosing a method for performing a laboratory experiment, the teacher should be guided by the fact that each work should ensure the fulfillment of the requirements of the program of experimental training of students, namely, it is advisable to organize training in the zone of proximal development of the student.

References

1. Влазнев, А. И. Теория и практика развития технического творчества студентов вузов: дис. докт. пед. наук / А. И. Влазнев. - Екатеринбург, 1997.-356 с.

2. Гура, В. В. Теоретические основы педагогического проектирования личностно-ориентированных электронных образовательных ресурсов и сред / В.
3. В. Гура. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2007. – 320 с.
4. Габдреев, Р. В. Методология; теория, психологические резервы инженерной подготовки/ Р. В: Габдреев. - М.: Наука, 2001. - Г67 с.
5. Л.В.Голиш, Д.М.Файзуллаева «Педагогик технологияларни лойихалаштириш ва режалаштириш». Т. 2010 й, 149-б.
6. A.N. Remizov "Tibbiy va biologik fizika" "O'zbekiston milliy ensiklopediyasi" Davlat ilmiy nashriyoti T. 2005 y, 592-b
7. Ишмухамедова Р.Ж. Инновацион технологиялар ёрдамида таълим самарадорлигини ошириш йўллари. Т: ТДПУ, 2004. - 44 б.
8. Кустов, Л. М. Теоретические и практические основы послевузовской подготовки инженера-педагога (диагностическая, проектировочная, экспериментальная деятельность) /Л. М. Кустов. -М.:Педагогика-Пресс, 1996. - 339 с.
9. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения.– М.: Изд-во Института профессионального образования Министерство образования России, 1995-378 с.
- 10.Бабанский Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса. Методические основы. – М.: Педагогика, 2005. – 193 с.

FIZIKA O'QITISHDA QO'LLANADIGAN PULLIK KOMPYUTER DASTURLARI VA ULARGA ALTERNATIV DASTURLAR

Y. Turaev¹ M. Qorjobova¹ T. Ismoilov¹

1 Tashkent State Technical University, University St 2, Tashkent 100095, Uzbekistan

E-mail: yunus.turaev.uz@gmail.com

Abstract. This article considered the licensed programs used in our educational system and the "open source" programs that are an alternative to them.

I Kirish. Ma'lumki respublikamizda matematika, fizika, informatika va AKT bo'yicha o'rta va oliy ta'lim tizimlarida ko'pincha "Windows" operatsion sistemasini va shu operatsion sistema uchun yaratilgan kompyuter dasturlaridan foydalaniladi. Bilamizki, Microsoft kompaniyasi Windows operatsion sistemasini pullik shaklda taqdim etadi. Office dasturlari ham, boshqa yo'nalishlar bo'yicha ham axvol shunday. Respublikamizda asosan quyidagi yo'nalishlarda kompyuter uchun operatsion sistemalar va dasturlar ishlatiladi:

- Uy sharoitidagi kompyuter (PC) va shaxsiy kompyuterlar (Laptop) uchun operatsion sistema sifatida asosan Windows ishlatiladi [8];
- Maktablar va boshqa ta'lim muassasalari, har xil tashkilotlarda ofis hujjatlari bilan ishlash uchun asosan Microsoft Office dasturi ishlatiladi [7];

Yuqoridagi ro'yxatni aslida, anchagina davom qildirishimiz mumkin va bu dasturlar litsenziya talab qiladigan, ishlab chiqaruvchiga ma'lum miqdordagi to'lovni amalga oshirish orqali foydalanish mumkin bo'lgan dasturlardir. Afsuski, yurtimizda juda ko'p tashkilotlarda bu pullik dasturlarning "crack" (buzilgan) versiyalarini ishlatilyapti!

II Pullik dasturlar va ularga alternativ bo'lgan open source dasturlar. Albatta pullik, litsenziya talab qiladigan dasturlar professional tarzda qo'llab quvvatlash, qo'llanayotgan sohasida bepul taqdim etiladigan dasturlarga nisbatan ko'p imkoniyatlari mavjud bo'ladi, ammo, biznig maktablar, litsey-kollejlar, universitetlar va boshqa ilmiy dargorhlarda ishlatiladigan juda ko'p dasturlarning "open source" bo'lgan va tekin taqdim etiladigan alternativ variantlari biz ishlatadigan ishlar uchun bemalol yetadi. Masalan, Windows operatsion tizimi o'rniga Ubuntu operatsion tizimi, matematik hisoblashlar uchun esa **MatLab** [5], **Wolfram Mathematica** [1] kabi qimmat dasturlar o'rniga **Gnu Octave** [2], **Python3+Jupyter Notebook** [4],[6] kabi, matematik funksiyalar grafiklarini chizish uchun ham **Gnuplot** [3] va shunga o'xshash tekin dasturlar mavjud va hakazo. Quyidagi 1-jadvalda bir nechta yo'nalishlarda qo'llanayotgan kompyuter dasturlari va ularning shu kundagi litsensiyasi narxlari haqida batafsilroq ma'lumot berilgan:

1-jadval.

Pullik dasturlar va ularning alternativlari

Operatsion sistema yoki dastur nomi	Alternativ sistema yoki dastur nomi
Windows	Ubuntu, Kubuntu, OpenSuse, Kali Linux...
Matlab	Octave
Wolfram Mathematica	Ocatve, Python3 & Jupyter Notebook
Microsoft Office	Libre Office, Only Office

Biz quyida bergan havolalar (linklar) orqali misol qilib keltirilgan dasturning qo'llanishiga oid namunalarni ko'rishingiz mumkin. Biz Respublikamiz obrosi haqida o'ylarkanmiz, musulmonlikni davo qilarkanmiz, bunday pullik dasturlarning "crack" versiyasidan foydalanishdan voz kechishimiz, uning o'rniga esa yoki o'zimiz uning alternativini yaratishimiz kerak, yoki boshqalar tomonidan taqdim etilgan alternativ variantlarini qo'llashimiz kerak bo'ladi.

III Xulosalarimiz va takliflarimiz. Yuqoridagilarni hisobga oladigan bo'lsak, respublikamizda bir nechta yo'nalishlardagi o'qitish tizimlarida pullik dasturlar o'rniga litsenziya talab qilmaydigan open source dasturlardan foydalanish zarur (yuqoridagi jadval bo'yicha barchasini alternativ dasturlarga almashtirish zarur!), zotan, dasturlarning litsenziya qoidalarini buzilgan versiyalaridan foydalanish har tarafdin zararlidir: masalan, o'sha operatsion tizimning (odatda windows), dasturning ishlashida yuzaga keladigan muammolar, brauzerda paydo bo'ladigan behayo

reklamalar va boshqalar. Respublikamizda katta masshtabda bu ish amalga oshirilishi zarur, buning uchun ma'sul vazirlik bu borada ishlashi kerak!

Foydalanilgan manbalar

- [1] <https://www.wolfram.com/mathematica/pricing/colleges-universities/>
- [2] <https://octave.org/>
- [3] <http://www.gnuplot.info/>
- [4] <https://www.python.org/>
- [5] <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
- [6] <https://jupyter.org/>
- [7] <https://www.office.com/>
- [8] <https://www.microsoft.com/en-us/windows>

JAMIYATNING IJTIMOIIY VA IQTISODIY RIVOJIDA FIZIKA FANINING AHAMIYATI

R.N. Bekmirzayev, O‘. M. Mamadiyorov

Jizzax davlat pedagogika universiteti, Jizzax sh. (bekmirzaev@mail.ru).

Ma'lumki, fan–inson madaniy taraqqiyotining (sivilizatsiyasining) ham mahsuloti, ham uning rivojlanish sharti hisoblanadi. Fan yordamida inson moddiy ishlab chiqarishni rivojlantiradi, jamiyatdagi munosobatlarni mukammallashtiradi, kishilik jamiyatining yangi avlodiga ta'lim beradi va tarbiyalaydi, o'z tanasini davolaydi. Tabiiy–ilmiy bilimlar va texnika taraqqiyoti sezilarli darajada turmush tarzini o'zgartiradi, inson farovonligini oshiradi, insonlarning turmush sharoitlarini mukammallashtiradi.

Inson tabiat qonunlarini bilishligi tufayli tabiatdagi narsalar va jarayonlarni o'z ehtiyojlarining qanoatlantirilishiga qarab o'zgartirishi va o'ziga moslashtirishi mumkin.

Biz bugun fundamental fanlarning (fizika fani misolida) dunyo miqiyosidagi ahamiyati to'g'risida hozirgi zamon fizikasining eng fundamental bo'limlaridan hisoblanuvchi – elementar zarralar fizikasini (yuqori energiyalar fizikasi deb ham yuritiladi) qarab chiqamiz.

Fundamental fanlar vazifasi – tabiatning asosiy prinsip va qonuniyatlarini bilish hisoblanadi.

Amaliy fan vazifasi –jamiyatning moddiy manfaatlari bilan bog'liq bo'lgan aniq muommalarni yechish. Qoida bo'yicha amaliy fan, fundamental fanlar tomonidan yaratilgan qonunlarga tayanadi.

Dastlab fundamental tadqiqotlar ahamiyatini – bizning moddiy hayotimizga qanday ta'sirini ko'rsatadi, ular amaliyotga nimani beradi degan nuqtayi nazarda qarab chiqamiz.

Soddalashtirib aytganda, bugungi kunning fundamental fani ertangi kun amaliy fanini, indingi kun texnika va texnologiyasini aniqlab beradi. Shunday qilib,

fundamental fanlar moddiy – texnika sohasi taraqqiyotining asosi, ya'ni, fundamenti hisoblanadi.

Aniqliq uchun fizika bilan chegaralanamiz.

Tarixiy tajribalar ko'rsatadiki, Galiley davri, va hatto Arximeddan boshlab, bugungi kungacha qilingan hamma buyuk kashfiyotlar ertami kech texnikaning prinsipial bo'lgan yangi sohalarining paydo bo'lishlariga olib keldi. "Texnik masala"ni yechish mumkin: ulkan texnik innovasiyalardan boshlab, orqaga ularning manbasiga qaytamiz va biz boshlang'ich davrlarda, odatda fundamental fan kashfiyotlari bo'lganligiga ishonch hosil qilamiz.

Bir qancha misollar keltiramiz.

Faradey tomonidan elektromagnit induksiyaning kashf qilinishi elektrotexnikaning kashf qilinishiga olib keldi.

Maksvell va Gerslarning nazariy tadqiqotlari radiotexnika asosini tashkil qildi.

Kvant fizikasi tufayli yarimo'tkizgichli elektronika va lazerlar yaratildi.

Fandagi tadqiqot an'analarga tayanib materiya ichki tuzilishini bilish maqsadida atom yadrosi bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar atom energiyasini egallashga olib keldi.

Ayonki, bu ro'yxatni istalgancha davom ettirish mumkin.

Zamonaviy nazariy tushunchalar to'plangan tajriba ma'lumotlariga asosan mos keladi va kelgusi tajriba tadqiqotlarining aniq dasturini tuzishga imkon yaratib ularning yaqin o'n yillikdagi asosiy qilinadigan ishlarini aniqlab beradi. Hozirgi zamon nazariyasi bashorat qila olmagan muhim, kutilmagan natijalar kelgusida amalga oshiriladigan tarjibaviy tadqiqotlarda olinishi mumkin.

Biz bu yerda faqat fizikaning bir sohasi – zarralar fizikasi sohasidagi fundamental tadqiqotlarning ahamiyati to'g'risida fikr yuritdik. Bugungi shiddat bilan rivojlanayotgan globollashuv davrida yoshlarimizni barcha sohalarida olib borilayotgan fundamental tadqiqotlar bilan tanishtirib ularni bu ishlarga jalb qilsak, ularda ilmiy dunyoqarash shakllanishi va davlatimizning yanada rivojlanishiga hissa qo'shgan bo'lardik.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ «ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ» В УСЛОВИЯХ КРЕДИТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ СТУДЕНТОВ

Р. Н. Бекмирзаев, А.Х. Джанзаков

Джизакский государственный педагогический университет, Джизак
(bekmirzaev@mail.ru)

Сегодня внимание ученых-педагогов, преподавателей высшей школы приковано к проблеме качества подготовки кадров в условиях кредитной технологии обучения [1]. На протяжении ряда последних лет в высших учебных заведениях успешно разрабатываются модульные образовательные программы, учебно-методические комплексы дисциплин и специальностей, учебные и контрольные материалы. Рассмотрены вопросы содержания, формы и оценки

формирования компетенций. Сделан вывод о том, что специфика программы и самого учреждения требуют разумного сочетания традиционного и компетентностного подходов к обучению и оценке его результатов.

Обучение физике не является исключением. Анализ литературы показал отсутствие методик изучения конкретных тем и разделов физики в условиях кредитной технологии обучения для студентов технических специальностей. Проблема осложняется и тем, что многие преподаватели физики высшей школы не имеют педагогического образования и испытывают затруднения методического плана. Налицо актуальность обобщения и систематизации методического опыта работы преподавателей физики высшей школы в новых условиях. Не претендуя на полноту и завершенность, приведем содержание и результаты проведенного исследования.

Цель исследования. На основе методологии компетентностного, системного и деятельностного подходов разработать и экспериментально апробировать методику изучения темы «Ядерные реакции» с учетом особенностей кредитной технологии обучения для студентов технических ВУЗов при изучении дисциплины «Физика».

Задачи изучения темы «Ядерные реакции» находят отражение в образовательных результатах: знание, понимание, анализ физической ситуации и применение основных законов ядерной физики; использование информационных технологий, периодических изданий и других источников для поиска и сбора информации; самообразование и коррекция своей работы, и т.д. Методика обучения должна обеспечить достижение этих образовательных результатов.

Для проверки этого положения был проведен констатирующий эксперимент, в котором приняли участие студенты первого курса. Исследование проходило с использованием следующих методов: анкетирование, беседа, наблюдение, анализ письменных работ студентов, тестирование. Также в оценке результатов эксперимента приняли участие приглашенные эксперты. В результате был получен вывод о том, что традиционная методика изучения темы «Ядерные реакции» в условиях кредитной технологии обучения не способна обеспечить получение образовательных результатов, согласно типовой учебной программе дисциплины. Таким образом, разработанная на основе методологии компетентностного, системного и деятельностного подходов для кредитной технологии обучения методика изучения темы «Ядерные реакции» в настоящее время позволяет получить требуемые образовательные результаты.

Литература.

1. Спабекова Р. и др. // Международный журнал экспериментального образования. – 2017. – № 4-2. – С. 118 -122.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ

Б. К. Тухтамишев, С. Б. Исмоилов

Джизакский Государственный педагогический университет, Джизак
(bekmirzaev@mail.ru)

Последние годы приобрел особую актуальность дистанционное и удалённое обучение введённого карантина в условиях по коронавирусу. Они позволили обеспечить продолжение обучения студентов, несмотря на отсутствие личного контакта между обучающимися и преподавателями.

Дистанционное и удаленное обучение демонстрируют кроме физического лабораторного практикума, свою эффективность при преподавании курсов, включающих в себя лекции, лекционные видео демонстрации и семинарские занятия, посвящённые решению учебных задач.

Проведение лабораторных работ является одним из ключевых элементов в курсе общей физики высших учебных заведений. Оно помогает установить связь между предлагаемыми на лекциях и практических занятиях теоретическими положениями и выкладками, и реальностью объективно существующего мира.

Подмена объективной реальности виртуальной реальностью выбивает почву из-под ног развивающегося инженерного мышления студента, и вынуждает начинающего экспериментатора сравнивать предложенные в методических указаниях к лабораторной работе теоретические модели с теоретическими моделями, заложенными в виртуальной экспериментальной установке. При этом в подавляющем большинстве виртуальных экспериментальных установок, представленных в сети Интернет [1]–[3] оказываются заложенными те же самые упрощенные модели, что и в методических указаниях к лабораторным работам.

Однако виртуализация образования является неотвратимой тенденцией и необходимо научиться элиминировать несомые ей негативные моменты. В этой связи для разрабатываемой системы дистанционного выполнения лабораторных работ на виртуальных лабораторных установках были сформулированы следующие минимальные технические требования. 1. Виртуальная лабораторная установка должна быть реализована на базе реального физического эксперимента. 2. Должно быть обеспечено соответствие симулированных в виртуальном эксперименте и реальных экспериментальных значений. 3. Должны имитироваться все существенные особенности физического эксперимента. 4. Отображение и выполнение виртуальной лабораторной работы должно производиться через Интернет в любом браузере (Chrome, Internet Explorer, Microsoft Edge и др.). 5. Должна быть обеспечена возможность записи результатов измерений на основе выведенных на экран показаний индикаторов.

Для проверки концепции первыми были разработаны виртуальные лабораторные установки «Трения покоя», «Трение скольжения» и «Трение качения». При их разработке были учтены такие эффекты, как неоднородность поверхности, задержки времени срабатывания систем запуска и реакции датчиков. Тестирование виртуальных лабораторных установок по исследованию

трения показало строгое соответствие работы виртуальных установок реальному физическому эксперименту.

В виртуальной лабораторной работе «Соударение шаров» учтены факторы не полного восстановления скорости после соударения при совершении не вполне упругого удара, а также трения о воздух при раскачивании шаров.

Реализация цикла лабораторных работ по разделу Механика продолжилась циклом виртуальных лабораторных работ по Электромагнетизму. Первой в этом разделе была реализована виртуальная лабораторная работа «Моделирование электростатического поля двухпроводной линии», в которой учтены краевые эффекты на границе проводящей бумаги. Второй была разработана виртуальная лабораторная работа «Компенсационный метод измерения ЭДС», в которой была реализована виртуальная сборка электрической схемы и проверка ее правильности.

Наряду с виртуальными лабораторными работами типа сайтов были также реализованы виртуальные лабораторные работы, включающие в себя серии фотографий или видеоматериалов, фиксирующих этапы выполнения реальных лабораторных работ на установках. Апробация виртуального лабораторного практикума прошла на студентах 1 курса ЖизПИ и показала его эффективность. В процессе апробации были устранены обнаруженные недочеты работы программ.

Таким образом, ключевой особенностью разработанного виртуального лабораторного практикума является то, что виртуальные установки отражают все основные особенности и нюансы физических явлений, возникающие при проведении эксперимента и исследовании на реальных приборах. Практикум может быть также использован для построения адаптивного цифрового учебно - методического комплекса для персонализированных траекторий обучения.

Литература

1. <https://mediadidaktika.ru/>
2. <http://lms.tpu.ru/course/view.php?id=8742>.
3. <http://distant.itmo.ru/labs>.

FIZIKANI O'QITISHDA ENG YANGI INNOVATSION TEKNOLOGIYALARNING QO'LLASHNING SAMARADORLIGI VA ISTIQBOLLARI

U.O'.To'xtayev ¹, M.N.Yusupov ¹, U.E.Haydarov ¹, N.A.Tashmanova ²

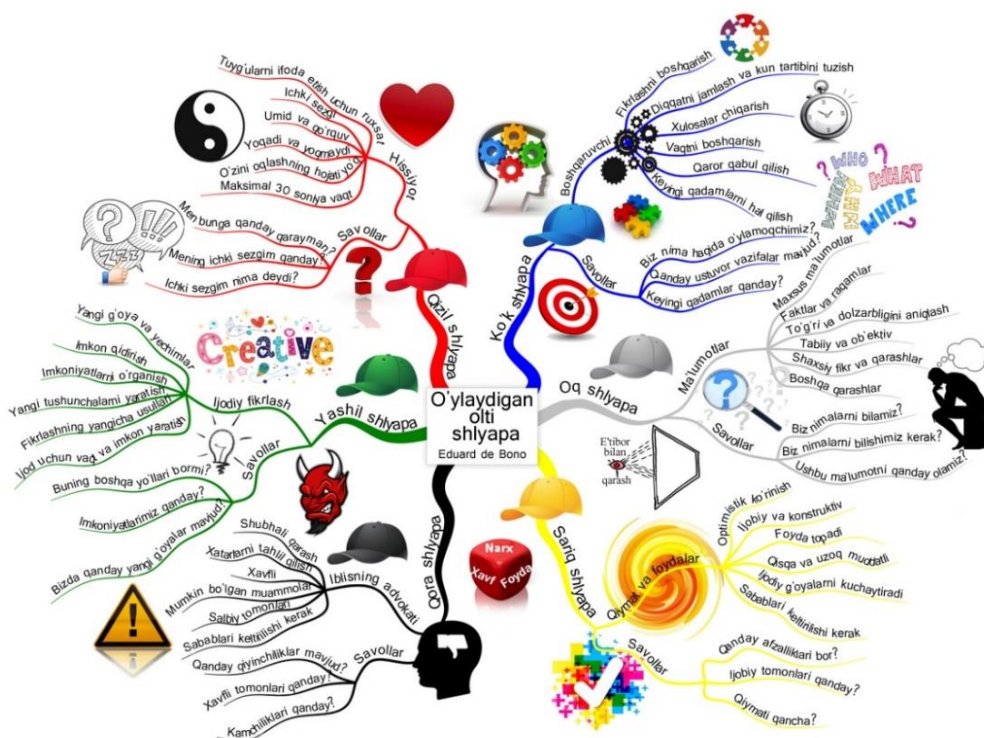
¹SamDU, Muhandislik fizikasi instituti,

²Samarqand shahar 30-umumiy o'rta ta'lim maktabi.

ulugbekuktamovich89@gmail.com

Edvard de Bononing "Fikrlaydigan olti shlyapa" kitobi (eng. "Six Thinking Hats") birinchi marta 1985-yilda nashr etilgan bo'lib, jamoatchilikka fikrlashni tashkil etish texnikasi, ijodiy muammolar va nizolarni hal qilish yo'lini taqdim etdi. Bugungi kunda

bu kitob qo'llab quvvatlovchilar ham, tanqidchilar ham sotib oladigan darajada mashhur bo'lib ketdi. Bu metod ijodiy muammolarni hal qilish va nostandart yechimlarni topishni bilish uchun xizmat qiladi. Istehzosiz, biz 6 ta shlyapa texnikasining mohiyatini, uning ijobiy va salbiy tomonlarini, shuningdek, qo'llash imkoniyatlarini tushunishga harakat qilamiz. [1]



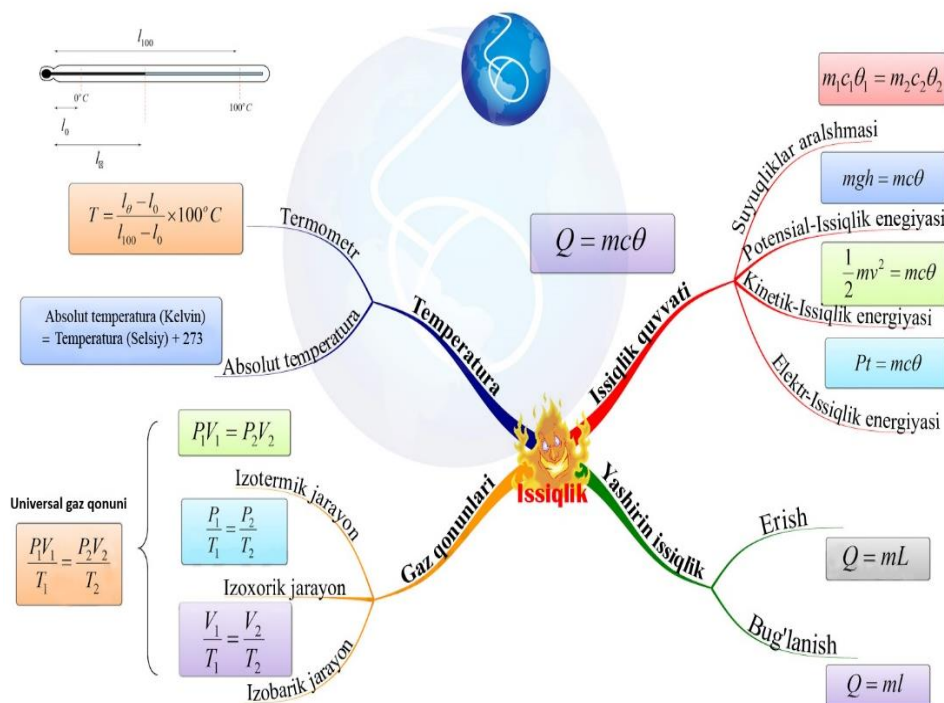
1-rasm. “O‘ylaydigan olti shlyapa” (aqliy xarita).

Hozirgi kunda turli sohalarida aqliy xaritalar yaratish va ulardan foydalanishga ko'proq e'tibor berilmoqda. Fanning turli bo'limlarini o'qitishda umumlashtiruvchi darslarni aqliy xaritalar yordamida tashkil qilish o'quvchilarning o'rganilgan ko'plab mavzular haqidagi tushunchalarni xotiraning bir joyida umumlashtirishga xizmat qiladi. Bunday usuldan foydalanishning har ikkala turi ham samarali ekanligi dars jarayonida o'rganildi, ya'ni, tayyor aqliy xaritalarni o'quvchilarga berish hamda biror

bosh mavzu asosida o'quvchilarning o'zlari ijodiy fikrlab yangi aqliy xaritalar yaratishlari. Darslarni bunday tashkil qilish an'anaviy darslardan farqli o'laroq dars jarayoniga auditoriyaning ko'proq qismini jalb qiladi. Aqliy xaritalar bilan ishlash o'quvchilarga berilgan mavzuga har tomondan yondashishga majbur etadi, bu esa o'z navbatida yangi bilimlar olishga intilishni oshiradi. Qolaversa, aqliy xaritalar har qanday yosh darajasidagi o'quvchilar uchun qo'llash mumkinligi bilan qulaydir.

Aqliy xaritalarni yaratishda ijodkorlik juda muhimdir. Shu sababli biror bir ma'lumot, formula yoki faktlarni eslab qolishda siz yaratgan aqliy xaritadagi rasmlar, joylashuv, ranglar va miyaning har ikkala yarimsharlaridagi sezgilar o'sha axborotni xotirada mustahkam saqlanishiga zamin yaratadi (2-rasm). Bu metodni boshqa metodlar bilan uyg'un ravishda ham foydalanish mumkinligi o'tkazilgan tajribalarda o'z aksini topdi.

Issiqlik uchun muhim formulalar



2-rasm. "Issiqlik" mavzusiga oid aqliy xarita

"Oltita fikrlovchi shlyapa" metodi SamDU huzuridagi aniq va tabiiy fanlarga ixtisoslashtirilgan davlat maktabi fizika darslarida qo'llanilgan va ijobiy natijalarga erishilgan.

Adabiyotlar

1. Т.Бьюзен, Б.Бьюзен. Супер-мышление. – Минск.: Попурри, 2018. – 272 с.: ИЛ.
2. De Bono, E. (1956). Six Thinking Hats. Cambridge: Little, Brown and Company.

ФИЗИКАНИНГ “МЕХАНИКА” БЎЛИМИГА ДОИР ТУРЛИ ТИПДАГИ НОСТАНДАРТ СИФАТ ВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛ МАСАЛА ЕЧИШ МЕТОДИКАСИ

Ғ.Ғ. Раимов¹, Л.С. Сафаров²

¹Термиз давлат университети, Ўзбекистон

²Қарши давлат университети, Ўзбекистон

Сифатга доир масалалар аввал ўрганилган материални мустаҳкамлаш мақсадида берилади. Физиканинг шундай бўлимлари борки, сифатга доир масалалар унда асосий бўлиб хизмат қилади, бу бўлимларда миқдорий масалалар деярли ечилмайди. Гидродинамика бўлими ана шундай бўлимлардан. Материалнинг ўзлаштириш даражаларини сўраб билишда сифатга доир масалалар ниҳоятда катта аҳамиятга эга. Сифатга доир масалалар қисқа вақт ичида кўрилатган масаланинг физик моҳиятини аниқлашга имкон беради. Ҳолбуки бошқа турдаги масалалар бу соҳада самарасизроқ бўлиши мумкин. Шу боис ўқувчиларнинг сифатга доир масалаларни муваффақиятли еча билишлари билимларнинг сингганлигини, материални ўзлаштиришда расмийчилик бўлмаганлигини билдиради. Сифатга доир масалалар мавзуи, мазмуни ва мураккаблиги жиҳатидан хилма-хил.

Сифатга доир масалалар ечиш, одатда, индукция ва дедукция методлари ёрдамида физика қонунларига асосланган мантиқий хулосалар чиқара билишдан иборат бўлади. Бунда таҳлил ва синтез бир-бирига шундай чамбарчас боғланганки, бу ерда сифатга доир масалаларни аналитик-синтетик методлардан фойдаланиб ечиш ҳақида гапириш мумкин.

Сифатга доир масалаларни ечиш схемаси тахминан қуйидагича:

- масаланинг шартини ўқиш, масала шартидаги барча ибораларни аниқлаш;
- масаланинг шартини таҳлил қилиш, физикавий ҳодиса ва жараёнларни аниқлаш, керак бўлса, схема ёки чизмани чизиш;
- аналитик ва синтетик мулоҳазалар занжирини тузиш (сифатга доир масалаларни ечишда бу момент, айниқса, тавсифли ва муҳим);
- олинган натижани унинг физикавий маъносига кўра, таҳлил қилиш масала шартининг воқеликка мувофиқ келишини аниқлаш.

Сўнгра сифатга доир масалалар ечиш методикасини баён қилиб, уларни икки асосий гуруҳга бўламиз:

а) сифатга доир содда ностандарт масалалар ёки уларни баъзида масала-саволлар деб аташ мумкин. Улар, одатда, битта физика қонунига, асосан, ечилади ва бунда бир қатор мантиқий хулосалар чиқариш анча осон бўлади;

б) ўзида бир неча содда масалани мужассамлаштирган сифатга оид мураккаб ностандарт масалалар. Уларни ечишда анча узоқ мантиқий хулосалар чиқариш, бир неча физика қонунларини таҳлил қилишга тўғри келади.

Экспериментал масалаларнинг тавсифли хусусияти уларни ечишда лаборатория ёки намоёиш тажрибадан фойдаланиш.

Намоёиш тажрибага асосланган ностандарт масалаларни ечишда намоёиш тажрибанинг барча шартларига амал қилган ҳолда қўйилиши керак. Бунда

асбоблар ва ҳодисаларнинг яхши кўринаётганлигига алоҳида эътибор бериш лозим. Асбобларни ишлатишга кўпинча, намоёиш столи олдига чиқарилган ўқувчилар жалб қилинади. Бунда улар намоёишнинг бу томонига эътибор бермайдилар. Шунинг учун ўқитувчи бу нарсага, албатта, аҳамият бериб бориши керак.

1-масала. Қандай усул билан полда турган одам ўзининг полга босимини икки баробар ошириши мумкин?

Энг аввало, бўлаётган ҳодисанинг физик моҳияти аниқланади. Масалада босим сўралапти. Босим p куч F нинг ана шу куч таъсир қилаётган S юзага нисбати билан аниқланади, яъни $p = \frac{F}{S}$. Шундай қилиб, бериладиган босим босим кучи F га, у таъсир қилаётган S юзага боғлиқ бўлади.

Агар худди шу юзага таъсир қилувчи босим кучи икки марта ортса, босим ҳам икки марта ортади. Одам кўлига ўз оғирлигига тенг бўлган юк олганда ана шундай бўлиши мумкин. Бироқ босимни икки марта орттиришнинг бошқа йўли бор, таянч юзини икки марта камайтириш мумкин. Бунинг учун одам бир оёқда туриши ва ўз мувозанатини йўқотмаслик учун ўз вазиятини бирмунча ўзгартириши етарли.

Намоёиш тажрибага оид масалаларга қуйида бир нечта мисол келтирамиз:

2-масала. Елкалари тенг бўлган ричагнинг икки учига массалари тенг, лекин ҳажмлари турлича бўлган жисмлар осилган.

Агар жисмлар сув туширилса, мувозанат сақланадими?

Жавоб. Сухбат вақтида жисмлар сувга ботирилганда уларга итариб чиқарувчи куч таъсир қилиши аниқлаб олинади. Бу кучнинг катталиги жисмнинг ҳажмига ва суюқликнинг зичлигига мутаносиб бўлади. Ҳажми кичикроқ жисмга камроқ итариб чиқарувчи куч таъсир қилади. Шунинг учун сувда кичикроқ ҳажмдаги жисм ричаг учини кўпроқ тортади. Жавобни тажрибада текшириб кўринг.

3-масала. Гидравлик пресс моделидан фойдаланиб поршенларнинг кўтарилиш катталиги билан уларнинг юзалари катталиги орасидаги боғланишни аниқланг.

4-масала. Пружинани даражаланг ва унинг узайишини кўйилган куч катталигига боғлиқлигини формула билан ифодаланг.

Адабиётлар

1. Raimov G'. F. Maktab fizika darslarida nostandart masalalar yechish metodikasi // Namangan davlat universiteti axborotnomasi –Namangan, -2020. -7- son. -B.300-304. (13.00.00, №30). ISSN-2181-0427.

2. Raimov G'. F. Improving the solution of non-standard problems in school physics lessons // Namangan davlat universiteti axborotnomasi. –Namangan, -2021. -9 – son. -B.-423-429. (13.00.00, №30). ISSN-2181-0427.

3. Raimov G'. F. Methodology of selection, construction and solution of non-standard graphics, drawings, pictures of the department of physics "mechanics"

4. Raimov G. F. Principles of didactics in computer solution of non-standard problems from physics in general secondary schools. ISJ Theoretical & Applied Science, 10 (102), (2021). 759-761. Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-102-79> Doi: <https://dx.doi.org/10.15863/TAS> Scopus ASCC: 3304.

ЯРИМ ЎТКАЗГИЧЛИ ҚУЁШ ЭЛЕМЕНТЛАРИ.

С.Э.Каримова, Ш.М.Зохирова

Қарши давлат университети

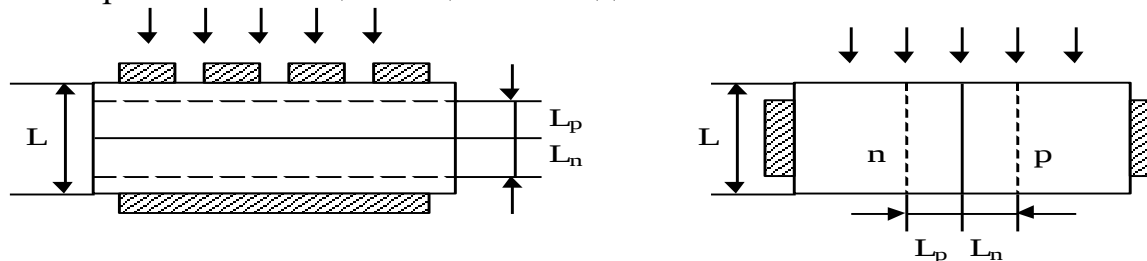
Қуёш нурунинг энергияси, инсоният фойдаланиши мумкин бўлган энг катта манба. Қуёш энергиясининг ер юзига йўналтирилган оқими $1,2 \cdot 10^{14}$ тонна шартли ёқилғига тенг. Бошқа юлдузлар каби қуёш ҳам ўта қизиган газ ҳисобланади. Унинг таркиби 82% водород, 17% гелий ва 1% бошқа унсурлардан ташкил топган. Қуёшнинг марказида шундай юқори босимли соҳа мавжудки, у ерда ҳарорат 15-20 млн.°C ни ташкил этади.

Маълумки, коинотда қуёш тизими мавжуд бўлганидан бери қуёш энергиясининг шу кунгача бор йўғи 2% сарф бўлган холос. Фақат ундан унумли фойдаланиш зарур.

Қуёш нурланишини тўғридан-тўғри ўзгартириш учун ярим ўтказгичли материаллардан фойдаланилади. Қуёш батареялари барча радио электрон аппаратураларда кенг қўлланилади. Атроф-муҳит таъсирига барқарорлиги учун улар очик коинотда ҳарорат 80°C дан -150°C гача бўлган шароитларда ишлаши мумкин. Ярим ўтказгичли қуёш элементларининг ташқи сирти радиация таъсиридан ва иссиқликдан ҳимояловчи оптик қатлам билан қопланади.

Қуёш элементлари тайёрланадиган ярим ўтказгичли элементлар $10^{-2} \dots 10^2$ ом/см солиштирма қаршиликка эга. Ярим ўтказгичлар р-турли ва n-турли бўлади. Қуёш энергиясини электр энергиясига ўзгартириш жараёни фотоэлектрик эффект орқали амалга оширилади. У ярим ўтказгич сирт қатламларида 2-3 мкм қалинликдаги эркин электронлар кўринишида вужудга келади. Ярим ўтказгич сиртида эркин электронларнинг пайдо бўлиши ва электр потенциаллар фарқи юзага келганида унда электр токи вужудга келади. Потенциаллар фарқи ярим ўтказгичнинг нурланадиган сирти ва соя томони орасида унинг сирт қатламларига махсус қўшимчаларни киритиш ҳисобига юзага келади. Қўшимчалардан бири (n-турли) қўшимча электронларни ва сиртнинг манфий зарядини ҳосил қилади, иккинчиси эса (р-турли) электронларнинг етишмаслигини, яъни мусбат зарядни ҳосил қилади. Чегарада электронларнинг диффузияси туфайли контакт потенциаллар фарқи вужудга келади. Агар тешикли ўтишли (р-турли) ярим ўтказгич ёритилса, у ҳолда унинг электронлари ёруғлик квантларини ютиб электрон ўтишли (n-турли) ярим ўтказгичга ўтади. Бунда ёпиқ занжирда электр токи ҳосил бўлади.

Кўпинча кремнийли қуёш элементларидан фойдаланилади. Кремний ерда энг кўп тарқалган элементдир. Элементлар кремнийни эритиш ва кейин 5-10 см диаметрли стержен шаклидаги кристалли кремнийни ўстириш йўли билан олинади. Бевосита ярим ўтказгичларни олиш учун бу стерженлар 300 мкм атрофидаги қалинликдаги юпқа пластинкаларга бўлинади. Улар фотоэлектрик элементларнинг асосий қисми ҳисобланади.



р-п ўтишининг схемаси.

Фотоэлемент ёритилганда 0,5 В қийматли кучланишни ҳосил қилади. Чиқиш токи эса ёруғлик интенсивлигига ва элементнинг ишчи сиртига боғлиқ. Шунингдек ток кучи ёруғликнинг тўлқин узунлигига ва унинг интенсивлигига боғлиқ бўлиб, ёруғликнинг нурланиш интенсивлигига тўғри пропорционалдир. Ёруғлик қанчалик ёрқин бўлса, шунчалик катта ток ҳосил бўлади. Ёруғлик интенсивлиги 1 кВт/м^2 ли ер шароитларида бу элементларнинг фойдали иш коэффициенти 22-26 фоизга, ишлаб чиқариш намуналарида эса 10-14 фоизга етиши мумкин.

Истиқболли қуёш элементларига фойдали иш коэффициенти 10 фоиздан юқори бўлган сульфид-кадмий асосидаги гетероструктурани киритиш мумкин. Яна бир истиқболли ярим ўтказгичли материал арсенид галлий ҳисобланади. У нур энергиясини электр энергиясига ўзгартиришда юқори самарадорликка эга бўлиб, фойдали иш коэффициенти 27 фоизгача етиши мумкин. Бу қуёш фотоэлектрик ўзгартиргичларининг энг юқори фойдали иш коэффициентидир. Бундан ташқари 100°C дан юқори ҳароратларда барқарорликка эга. Турли материаллардан ясалган қуёш элементларининг фойдали иш коэффициентлари жадвалда келтирилган.

Ярим ўтказгичлар ва улар асосида турли энергетик қурилмалар яратилишининг ривожланиши натижасида йигирманчи асрнинг охирига келиб қуёш энергиясидан электр энергия олишга асос солинди. Қуёш нурларининг таъсири натижасида баъзи бир ярим ўтказгичларда электронлар ҳаракатининг юзага келиши ҳодисаси асосида ишлайдиган кичик қувватли электр энергия манбалари яратилди. [1].

Ярим ўтказгичлар ва улар асосида турли энергетик қурилмалар яратилишининг ривожланиши натижасида йигирманчи асрнинг охирига келиб қуёш энергиясидан электр энергия олишга асос солинди. Қуёш нурларининг таъсири натижасида баъзи бир ярим ўтказгичларда электронлар ҳаракатининг юзага келиши ҳодисаси асосида ишлайдиган кичик қувватли электр энергия манбалари яратилди. [2].

Адабиётлар

1. «Ўзбекистонда қайта тикланувчан энергия ресурсларни ривожлантириш истиқболлари». Тошкент. 2007 йил. .
2. Пўлатов А.А. Сўпижонов Қ.Б, Икромов А.А, Назаров А.А, “Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш давр талаби” Наманган, 2013 йил

FIZIKA O‘QITISH JARAYONIDA TA’LIM OLUVCHILARNI BILISH FAOLIYATINI FAOLLASHTIRISH.

G.S. Uzokova, J.N. Xujamberdieva
Qarshi davlat universiteti

Fizika—bu shunday fanki, u nazariy va eksperimental tadqiqot metodlaridan foydalanish orqali rivojlanadi. Bu metodlarni logikasi o‘qib bilim olish va ilmiylik uchun birdek muhimdir. O‘qitish va ilmiy bilish jarayonlarini munosabati (o‘quv va ilmiy bilish metodlarini funksional munosabatlari) ularni prinsipial farqi va ko‘p tomonlarini umumiylikni ko‘rsatadi.

Immanuel Kant «Ilmiy bilishning asosiy belgilari tizimlilikdir», deb hisoblagan. Chunki kundalik bilim aynan tizimlilikga asoslanib fan bo‘ladi. Ya’ni, oddiy bilim tizimga aylanadi.

Artur Shopengauer ilmiylik etaloni sifatidagi matematik bilim idealini inkor qilar ekan, ilmiy bilishning asosiy belgisini aniqlashda Kantga yaqinroq turadi. Agar Kantda tizimlilik bo‘lsa, Shopengauerda unga mohiyat bilan yaqin tushuncha «umumiy»likdir. Shopengauer fikricha, «Fanning maqsadi kichik asoslanganlikdir².

Ilmiy bilishdan o‘quv bilishning farqi oldin (avval) bilish natijasining yangiligi subyektiv harakterga ega bo‘lib, u faqat tushunadigan subyekt—o‘quvchi uchun ahamiyatli bo‘ladi. Bundan tashqari maktab o‘quvchisining bilmaslikdan bilishlikka harakati o‘qituvchi rahbarligida turli o‘qitish metodi yordamida, o‘quvchi faoliyatini tashkil qiladigan va ular tomonidan qo‘llaniladigan o‘quv bilish metodlarini aniqlaydigan usullari qo‘llanilishi asosida shakllanadi. O‘qituvchi tomonidan metod, usul va o‘qitish vositalari tanlanishi bilim o‘zlashtirishining eng qisqa yo‘lini hisobga olish bilan amalga oshiriladi, ya’ni nazariy bilim va eksperiment, induksiya va deduksiya, induktiv aqliy xulosalash kabi eng ratsional birikuv natijasida amalga oshiriladi.

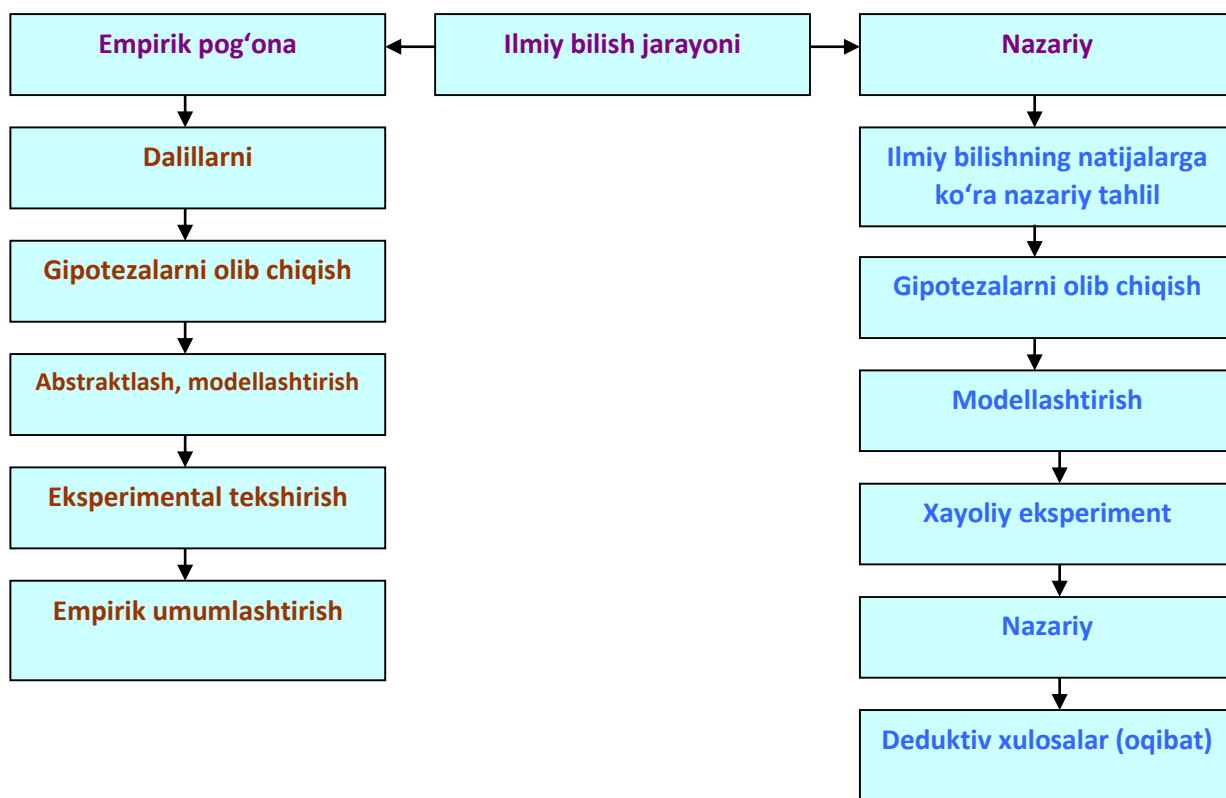
Fanda bilish jarayoni ikki pog‘ona (daraja)da amalga oshiriladi: empirik va nazariy. Empirik bilish pog‘onasi uchun qo‘yidagi metodlar harakterli: kuzatish, gipotezani olib chiqish, abstraktlash va ideallashtirish gipotezalarni eksperimental tekshirish, natijalarni tahlil qilish, empirik umumlashtirish (hamma vaqt induktiv aqliy xulosalash).

Bilimni nazariy pog‘onasini: nazariy tahlil, gipotezani olib chiqish, modellashtirish, xayoliy eksperiment, nazariy umulashtirish, deduktiv xulosalar kabi metodlar bilan amalga oshiriladi.

² A.Shopengauer. Mir: kak volya i predstavleniye. // Sob.soch. v 5-t M. 1992. T-1. -s 395.

Bilimni nazariy pogʻonasini: nazariy tahlil, gipotezani olib chiqish, modellashtirish, xayoliy eksperiment, nazariy umulashtirish, diduktiv xulosalar kabi metodlar bilan amalga oshiriladi.

Empirik bilishdan boshlanadigan dalilarni koʻzatish, faqat ularni hisobga olish bilan chegaralab boʻlmaydi. Taʼlim jarayonida va mazmunida metodik usullar, bilish elementlari jarayonida bilim metodologiyasi va taʼlim metodlari orqali namoyon boʻladi. Oʻqitish usullari va mos metodlar bilish faoliyati mantiqni tushunishga yordam beradi.



Shuningdek, bilish jarayonining bir etapidan boshqasiga bilish siklining gnoseologik formulasiga oʻtishning metodik yoʻlini belgilaydi:

(dalillar–gipoteza–nazariy tadqiqot–eksperiment)

Bilish jarayoni alohida obʼyektlar, hodisalarni tavsifi va kuzatish bilan boshlanadi, boshqacha aytganda dalillarni hisobga olish bilan boshlanadi. Bu tajriba dalillari asos deb tasavvur qilinsa, bu holda u ilmiy bilimning binosi boʻlib koʻtariladi. Dalillar bilimlar tizimi kabi fanni tashkil qilmaydi, ular faqat ilmiy bilimning bir elementi xolos va bilish jarayonining birinchi bosqichi.

Fanda dalilning roli haqida A Puankare shunday yozgan edi: «Fan gʻishtdan qilingan uy kabi dalillardan tuzilgan (tarkib topgan). Ammo dalillarni toʻplanishi – bu tuda gʻisht, uy emas. Fan dalillarni tushuntirish, ular mazmunini ochish asosida yaratiladi».

Taʼlim oluvchilar fizika oʻqitish jarayonida atrof–muhit, tabiat hodisalarini yoki oʻqituvchi tomonidan tajribalarni namoyish qilish jarayonida kuzatishga oʻrgatiladi. Ular tajriba dalillarni tavsifi va kuzatishni uy tajribalarida fizik amaliyotda, laboratoriya va frontal ishlarni bajarishda koʻradilar va kuzatilgan hodisalarni tahlil

qilish va solishtirish natijasida induktiv aqliy xulosa asosida empirik umumlashtirishga ega bo'ladilar.

«**Induktiv aqliy xulosa**—bu shunday xulosaki, o'rganilayotgan ob'ektning alohida predmetlari haqidagi natijalardan, ob'ektning barcha predmetlari haqida umumiy xulosa kelib chiqadi».Shuni hisobga olish kerakki, induktiv aqliy xulosa, ya'ni bu induktiv xulosa nisbiy harakterga ega, chunki tajriba butun bor bo'lgan voqelikni qamrab ololmaydi. O'qitishda shuni e'tiborga olish kerakki, bir tajribaning natijalari yoki kuzatish xulosa chiqarish uchun yetarlicha asos bo'lib xizmat qilaolmaydi. Olingan natijalarni boshqa tajribalar bilan taqqoslash yoki hayotiy kuzatish kabi boshqa manbalarni jalb qilish kerak bo'ladi. Induksiya fizika o'qitishda yangi o'quv materialini o'qituvchi tomonidan tushuntirish usuli kabi keng qo'llaniladi: hikoya, ma'ro'za, evristik suhbat, frontal ishlar natijalarini muhokama qilish orqali va boshqa jarayonlarda qo'llaniladi. Ta'lim oluvchilar ta'lim jarayonida (ma'lumotni tushuntirish, namoyish tajribalarini solishtirish va tahlil qilish yoki boshqa mustaqil amaliy ishlar) orqali induktiv umulashtirishni o'rganadilar.

Ta'lim oluvchilarning ilmiy, dialektik mazmun asosida fikrlashi va rivojlanishlari uchun esa fizikada qo'llaniladigan nazariy bilish metodlari bilan tanishtirish zarur bo'ladi. Ular ichida abstraktlash, ideallashtirish, modellashtirish, xayoliy eksperiment, analogiya metodi, deduksiya kabi nazariy bilish metodlari qo'llaniladi.

Abstraktlash- predmet (hodisa) ning ba'zi bir xususiyatidan fikran chetlashish va ular orasidagi xususiyat va munosabatni ajratish . Abstraksiya aqliy faoliyatni asosiy usullaridan biri sifatida empirik, nazariy bilish pog'onasi (formal va mazmunli abstraksiyaga mos) uchun ham harakterlidir. Ta'lim oluvchilar fizika o'qish jarayonida murakkab tabiat hodisalarini o'rganib bo'lmas tomonlari va belgilardan chetlashish (chetlab o'tish) yo'li bilan abstraktlashni o'rganadilar.

Abstraktlash jarayoni bilan **ideallashtirish** bevosita bog'langan, ya'ni ***haqiqatda mavjud bo'lmagan, lekin real olamda xayoliy obrazga egaligi uchun obyekt haqidagi tushunchani xayoliy konstruktorga aylantirish – bu ideallashtirish.*** Predmetlarga tegishli bo'lgan real haqiqatlikni xususiyat va munosabatini abstraktlash natijasida *ilmiy ideallashtirish* (inersiya, elastik turtki, garmonik tebranish, absolyut qora jism va boshqalar) hosil bo'ladi. Bu ma'noda ideallashtirish modellashtirish metodi bilan uzviy bog'langan.

Modellashtirish — ob'ektning ayrim xususiyatlari va belgilarini uning o'zida emas, balki uning o'lchamlari kichiklashtirilgan, o'ziga aynan o'xshash nusxasida (modelida) ilmiy izlanishlar olib borish jarayonidir. Modellashtirish asosida tadqiq qilinayotgan ob'ekt bilan uning modeli o'rtasida o'xshashlik, muvofiqlik yotadi. Masalan, Borning atom modeli atomning murakkab xususiyatlarini aniqlashga imkon berdi.

Modellashtirish—haqiqiy keng qo'llanilayotgan bilish metodlaridan biri hisoblanadi. Modellashtirishning ma'nosi shundan iboratki, o'rganilayotgan obyekt, o'rganish uchun kerak bo'lgan, maxsus shuni uchun yaratilgan ammo (lekin) real obyektning harakteristikasini saqlaydigan boshqasi bilan almashtirish tushuniladi. Model deganda shuni tushunish kerakki, fikran tasavvur qilinadigan yoki bilish materiali

amalgа oshiriladigan tizimni tushunish kerak. Ya'ni o'rganilayotgan obyektни bayon qila oladigan yoki tasavvur qilaoladigan, uni shunday xayoliy obyekt bilan almashtirish (o'zgartirish) kerakki, uni o'rganish obyekt haqida yangi ma'lumot berishi kerak.

Fizikaviy tadqiqotlarda modellashirish bilish metodi sifatida hamma vaqt keng qo'llanilgan. Ideal gaz modelini yaratilishi gazlarning molekulyar–kinetik nazariyasini rivojlanishiga turtki bo'ldi va empirik gaz qonunlarini (Boyl–Mariott, Gey–Lyussak, Sharl) tushuntirishga yordam berdi. Maksvellning matematik modeli yagona elektromagnetizm nazariyasini yaratilishiga olib keldi. Rezerford–Borning atom modeli o'zining «yarimsinfiligi» («noluklassnosti») tufayli zamonaviy fizikaning yagona birinchi modeli bo'ldi va u kvant fizikasi rivojlanishiga turtki bo'lib xizmat qildi va boshqalar.

Pedagogik qonuniyatlarga asosan o'quv-bilish nazariyasini ishlab chiqishning metodologik asosi — ta'lim jarayonida mavjud barcha qonuniyatlarni hisobga olish va ularning muntazam aloqasini ta'minlash. Boshqacha aytganda, ta'lim jarayonining mavjud barcha qonuniyatlarini hisobga olish bilangina ta'lim masalalarini to'g'ri hal qilish mumkin.

ФИЗИКАНИНГ “МЕХАНИКА” БЎЛИМИГА ДОИР ТУРЛИ ТИПДАГИ НОСТАНДАРТ МАСАЛА ЕЧИШНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ МЕТОДИКАСИ

Ғ.Ғ. Раимов¹, Л.С. Сафаров²

¹Термиз давлат университети, Ўзбекистон

²Қарши давлат университети, Ўзбекистон

Ҳисоблашга доир масалаларни ечиш методлари уларнинг мураккаблигига, ўқувчиларнинг тайёргарлигига, ўқитувчининг қўйган мақсадига ва бошқа кўпгина сабабларга боғлиқ.

Ҳисоблашга доир масалаларни ечиш методлари ёки усуллари уларда қўлланиладиган математик аппаратга кўра, арифметик, алгебраик, геометрик, график усулларга бўлинади. Ечиш жараёнида фойдаланиладиган мантиқий амаллар тавсифига қараб аналитик, синтетик ёки аналитик – синтетик методларга бўлинади.

Арифметик метод. Бу методда физик катталиклар устида фақат арифметик амаллар бажарилади. Механикага доир ностандарт масалалар худди арифметика дарсларидаги масалалар сингари ечилади: формулаларни қўлламасдан саволлар ёзилади. Арифметик метод мактабда механика ўқитишнинг бошланғич даврида, яъни ҳали ўқувчилар алгебрадан тегишли билимга эга бўлмаган ёки физикавий формулаларга кирган катталиклар орасидаги боғланишни чуқур тушунмаган пайтда қўлланилади.

Баъзан арифметик методнинг ўзига хос хусусияти унда ҳарфий ифодаларда эмас, балки бунда тенгламалар тузилмаслигида ва тенглама ечилмаслигида. Масалани арифметик метод билан, бироқ ҳарфий ифодаларни қўллаб ечишга

мисол келтирамиз. Архимед қонунига тегишли масалани олайлик, бу қонундаги тегишли катталикларнинг ҳарфий ифодаларини ўқувчилар биладилар.

Масала. 25 дона қарағай ғўласидан ясалган сол чучук сувда энг кўпи билан қанча юк кўтара олади? Ҳар бир ғўланинг ҳажми $0,8 \text{ м}^3$.

Масаланинг шартини тушунгач, аввал чизма чизамиз (1-расм). Ечимини саволлар билан олиб борамиз.

1. Сол ғўлаларининг ҳажми қанча? $V = 0,8 \text{ м}^3 \cdot 25 = 20 \text{ м}^3$.

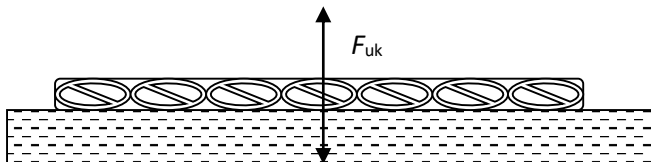
2. Солнинг массаси қанча? Жадвалдан 1 м^3 қарағай ёғочининг массаси 500 кг эканлигини топамиз. $m_{\text{сол}} = 500 \text{ кг} \cdot 20 = 10000 \text{ кг}$.

3. Солнинг оғирлиги қанча? $P = 9,8 \text{ Н} \cdot 10000 = 98000 \text{ Н}$.

4. Сол сувга бутунлай чўктирилганда сиқиб чиқарган сувининг массаси қанча? Жадвалдан 1 м^3 сувнинг массаси 1000 кг эканлигини топамиз. $m_{\text{суб}} = 100 \text{ кг} \cdot 20 = 20000 \text{ кг}$.

5. Сиқиб чиқарилган сувнинг оғирлиги қанча? $P_{\text{суб}} = 9,8 \text{ Н} \cdot 20000 = 196000 \text{ Н}$.

6. Юкнинг оғирлиги қанча? $F = 196000 \text{ Н} - 98000 \text{ Н} = 98000 \text{ Н}$.



1-расм.

Алгебраик метод. Бу методда ўқувчиларнинг алгебрадан олган билимларидан фойдаланилади, формулалар ишлатилади, тенгламалар тузилади ва ечилади.

Алгебраик метод қўлланиладиган энг содда ҳол масалаларни ечишда тайёр формулалардан фойдаланилади.

Мураккаброқ масалаларда изланаётган катталик ҳисобланадиган охириги муносабатни бир неча формулалар ёки тенгламалар системасидан фойдаланиб топилади.

Геометрик метод. Масалаларни геометрик метод билан ечишда изланаётган катталиклари ўқувчиларга маълум бўлган геометрик муносабатлардан топилади. Геометрик методдан статикада, геометрик оптикада, электростатикада ва физиканинг бошқа бўлимларида кенг фойдаланилади.

Масалани геометрик методдан фойдаланиб ечишга қуйида мисол келтирамиз.

Масала. Узунлиги $\ell = 10 \text{ м}$ бўлган троснинг ўртасига $m = 10 \text{ кг}$ массали фонарь осилган. Агар эгилиш стреласи $h = 0,5 \text{ м}$ бўлса, троснинг таранглик кучи нима тенг бўлади?

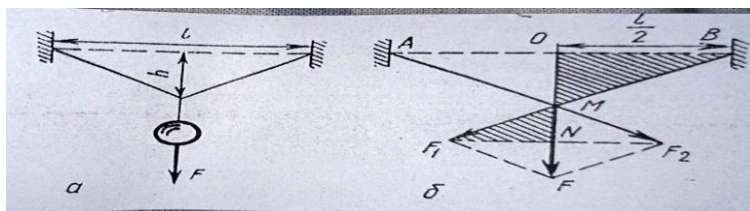
Чизмани чизамиз (6-расм). Оғирлик кучи P ни трос бўлаклари бўйлаб йўналган F_1 ва F_2 ташкил этувчиларга ажратамиз (2-расм). $F_1 = F_2$. $MN = \frac{F^2}{2}$. ва $\triangle OMB \sim \triangle MNF_1$ эканлигини исбот қилиш қийин эмас. У учбурчакларнинг

ўхшашлигидан: $\frac{BM}{OM} = \frac{F_1 M}{MN}$. Эгилиш стреласи унча катта бўлмагани учун $MB = \frac{\ell}{2}$ деб оламиз, у ҳолда $\frac{\ell}{2h} = \frac{2F_1}{P}$ бўлади.

$$\text{Бундан } F_1 = \frac{P\ell}{4h} = \frac{my\ell}{4h} = \frac{10\text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot \ell_{OM}}{4 \cdot 0,5\text{ м}} = 490 \text{ Н}.$$

Троснинг биз излаётган таранглик F_1 кучга тенг ва унга қарама-қарши йўналган.

Масалаларни геометрик методда ечиш фақат геометрик муносабатдан эмас, шунингдек, тригонометрик формулалардан ҳам фойдаланилади.



2-расм.

Геометрик метод билан масалаларни график методда ечиш чамбарчас боғланган. График методда изланаётган катталиқ графикдан фойдаланиб топилади. Бу хилдаги масалалар ўзига хослиги туфайли уларни алоҳида қараб чиқамиз.

Ностандарт масалаларни ечишдаги мантиқий амалларнинг тавсифига кўра, ечишнинг аналитик ва синтетик мулоҳаза қилиш усуллари бўлади. Аналитик усулда мулоҳазалар изланаётган катталиқни топишдан бошланади, бу катталиқ бошқа катталиқлар билан қандай боғланганлигини аниқлаб, кетма-кет физикавий формулалардан фойдаланган ҳолда, энг аввало, қисқа йўл билан изланаётган катталиқка келинади.

Мулоҳаза қилишнинг синтетик усулда изланаётган катталиқни аниқлашга асос яратиш учун дастлаб берилган физикавий катталиқлар орасида оралиқ муносабатлар аниқланади. Маълум қисми ортиқча иш бўлиши мумкин бўлган барча амалларни бажариш натижасида изланаётган катталиқ топиладиган ифодани ҳосил қиламиз.

Ўқувчилар кўпинча синтетик метод билан ечишга мойил бўладилар: улар то исталган катталиқни топишга имкон берадиган боғланишни топгунларича катталиқлар орасидаги турли боғланишларни ёза берадилар. Бунда, албатта, исталган натижага олиб келмайдиган йўлларга ҳам кетиб қолиш мумкин. Ечишнинг синтетик усули энг содда, бироқ ҳамма вақт ҳам қисқа бўлавермайди.

Аналитик усул қийин, чунки амалларнинг қатъий мантиқий тартибда бўлишини талаб қилади, бироқ бу усул охирги натижага тезроқ олиб келади.

Масалалар ечишда, айниқса, юқори синфларда, аналитик усулдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ, чунки бу усул мантиқий фикрлашнинг ривожланишига ёрдам беради. Масалани аналитик ва синтетик усуллар билан ечишга қуйида мисоллар келтирамиз.

Масала. Массаси 280 кг бўлган бадья шахтага текис тезланувчан ҳаракат билан тушиб бормоқда. Биринчи 10 с давомида у 35 м масофани ўтади. Канатнинг таранглик кучини топинг.

Аналитик усул

Бадья канатда тушиб бормоқда, бунда оғирлик кучи (mg) пастга, канатнинг таранглик кучи F_T эса юқорига йўналган. Бадья пастга ҳаракатланаётган бўлгани учун тенг таъсир этувчи куч $R = mg - F_T$ га тенг бўлади. Ньютоннинг II қонунига кўра, $R = ma$, яъни $mg - F_T = ma$, бу ерда a – бадья ҳаракатининг тезланиши.

Канатнинг изланаётган таранглик кучи

$$F_T = mg - ma.$$

Бу ифодадан бизга фақат a номаълум. Биз уни $s = \frac{at^2}{2}$ формула

ёрдамида топамиз: яъни $a = \frac{2s}{t^2}$.

Демак,

$$F_T = mg - \frac{m2s}{t^2} = m \left(g - \frac{2s}{t^2} \right).$$

$$F_T = 280 \text{ кг} \cdot \left(9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \frac{2 \cdot 35 \text{ м}}{100 \text{ с}^2} \right) \approx 2500 \text{ Н}.$$

Мулоҳазалар мантиқини стрелкалар ёрдамида қуйидагича ёзиб тушунтириш мумкин:

а	$mg - F_T = ma$
н	↓
а	$F_T = mg - ma$
л	↓
и	$a = \frac{2s}{t^2}$
т	
и	
к	

нихоят, $F_T = m \left(g - \frac{2s}{t^2} \right).$

Синтетик усул

Бадья текис тезланувчан ҳаракат қилади, бинобарин, $s = \frac{at^2}{2}$. Текис

тезланувчан ҳаракат тенгламасидан (агар s йўл ва ҳаракат вақти t маълум бўлса) тезланишни аниқлаш мумкин:

$$a = \frac{2s}{t^2}.$$

Бадья тенг таъсир этувчи куч R таъсирида шундай тезланишга эришади. Ньютоннинг II қонунига кўра, шундай ёзиш мумкин:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}.$$

Бадья пастга ҳаракатланмоқда, унга иккита куч таъсир қилади: оғирлик кучи $F = mg$ ва канатнинг таранглик кучи F_T . Бу кучларнинг тенг таъсир этувчиси

$R = mg - F_T = ma$ бўлади. Бундан

$$F_T = mg - ma = m(g - a) = m \left(g - \frac{2s}{t^2} \right).$$

Кўриниб турибдики, биз бу йўл билан ҳам F_T нинг аналитик усулда топилган қийматига эга бўламиз.

Ностандарт масалалар ечишда таҳлил ёки синтезни бир-биридан ажратиш қийин, аммо улар ҳамма вақт ўзаро боғланган ҳолда келади. Шунинг учун ностандарт масалаларни ечишнинг аналитик – синтетик усулларида гапирилади. Бироқ биринчи ҳолда, муҳокамани масаланинг саволидан бошлаганимизда, ҳар ҳолда таҳлил биринчи ўринда бўлади. Тўғри, ностандарт масалани ечиш учун умумий формулани йиғаетганда синтез қилинади. Шунда ҳам ностандарт масала ечишнинг бу усулини аналитик усул дейиш мумкин.

Иккинчи усулда биринчи режада синтез туради, чунки бунда ностандарт масаланинг маълумотлари ва шартига кўра, аниқланиши мумкин бўлган турли муносабатлар синтез қилинади. Бунда, гарчи таҳлилнинг айрим элементлари бўлса-да, бу усулни синтетик усул дейиш мумкин.

Адабиётлар

1. Raimov G'. F. Maktab fizika darslarida nostandart masalalar yechish metodikasi // Namangan davlat universiteti axborotnomasi –Namangan, -2020. -7- son. -B.300-304. (13.00.00, №30). ISSN-2181-0427.
2. Raimov G'. F. Improving the solution of non-standard problems in school physics lessons // Namangan davlat universiteti axborotnomasi. –Namangan, -2021. -9 – son. -B.-423-429. (13.00.00, №30). ISSN-2181-0427.
3. Raimov G'. F. Methodology of selection, construction and solution of non-standard graphics, drawings, pictures of the department of physics "mechanics" // European Scholar Journal (ESJ) Available Online at: <https://www.scholarzest.com> Vol. 2 No. 5, may 2021 y, ISSN: 2660-5562 142 | Page 142-146.
4. Raimov G. F. Principles of didactics in computer solution of non-standard problems from physics in general secondary schools. ISJ Theoretical & Applied Science, 10 (102), (2021). 759-761. Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-102-79> Doi: <https://dx.doi.org/10.15863/TAS> Scopus ASCC: 3304.

TABIIY FANLAR INTEGRATSIYASI MASALASIDA ZAMONAVIY YONDASHUVLAR

G.S. Uzokova¹, Sh. Mustofoeva²

¹Qarshi davlat universiteti,

²QMII qoshidagi Akademik litsey

XXI asrda insoniyat oldida turgan muammolar ilmiy tafakkur va ilmiy kashfiyot-larga asoslangan innovatsion echimlarni talab etishi shubhasiz. Jamiyatga iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik muammolarni hal qilishda zarur bo'ladigan innovatsiyalarni rivojlantiradigan va ilmiy tadqiqotlar olib boradigan ilm egalari, olimlar kerak. Aytish mimkinki, tabiiy fanlar bo'yicha savodxonlik tayanch kompetentsiya sanalib, tabiiy fanlarni o'qitishning asosiy maqsadidir.

Tabiiy fanlarga asoslangan bilim hamda ko'nikmalar har bir shaxsning shaxsiy, ijtimoiy va kasbiy faoliyatida katta ahamiyatga ega, ilm-fan va unga asoslangan

texnologiyalarni tushunish esa “yoshlarni hayotga tayyorlash”da markaziy o‘rinni egallaydi.

O‘zbekiston Respublikasining mustaqilligini mustahkamlashning asosiy omillaridan biri ta’lim sifati va mazmunini yaxshilashdan iboratdir. Ta’limning barcha bosqichlarida o‘qitiladigan fanlar tizimi ana shu maqsadga xizmat qilishi lozim. Bu tizimda tabiiy fanlar muhim o‘rin egallaydi. Tabiiy fanlarni o‘rganish alohida bilimlarni shunchaki jamlashdan iborat bo‘lmasdan, balki o‘quvchilar ongida olamning ilmiy manzarasini yaratish, tabiatdagi hodisalar va qonuniyatlar to‘g‘risida yaxlit tasavvurlar hosil qilishi lozim.

Pedagogik tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, o‘quvchilarning tabiat hodisalari va uning qonuniyatlari haqidagi bilimlarini kengaytirishda barcha tabiiy fanlarni bir–biriga uzviy bog‘liq holda o‘rganish yaxshi samara beradi.

O‘quv predmetlariga doir bilimlarni umumlashtirmaslik, tizimlashtirishga e’tibor qaratmaslik, ulardagi tarqoqlik-ta’limning tarbiyaviy aspektlariga ham o‘zining salbiy ta’sirini ko‘rsatmoqda. Xususan, o‘quvchilarda ilmiy dunyoqarashni, madaniyatni shakllantirishdagi bilimlar integratsiyasiga e’tiborsizlik-o‘quvchi shaxsini shakllantirishdagi jiddiy nuqsonlardan hisoblanadi. Jamiyat uchun global muammolarning salbiy oqibatlarini tushuntirishda barcha o‘quv predmetlariga oid bilimlarni qo‘llamay turib, natijaga erishib bo‘lmaydi. Bunday zamonaviy muammoni echish uchun ta’lim tizimida bilimlar integratsiyasini qanday tashkil etish mumkin?

Buning uchun avvalo integratsiya predmetlararo bog‘lanishdan qanday xususiyatlari va qo‘llanilish shartlari bilan farq qiladi? Uning afzalliklari nimada?–degan savollarga javob topish lozim bo‘ladi. Shuningdek o‘qitishda integrativ yondashuv deganda, o‘qituvchi qanday usulni ko‘z oldiga keltirmog‘i, uni ta’lim jarayoniga tadbiqini qanday anglamog‘i lozim?–degan savollarga topilgan javoblar bu muammoni hal etishda muhim rol o‘ynaydi.

Avvalo shuni ta’kidlash joizki, integratsiya–bu predmetlararo bog‘lanishdan farqli ravishda fanlarning o‘zaro keskin ta’sirlashish darajasiga o‘tish orqali o‘qitish ekanligini yaxshi anglash lozim. Fanlarning bunday ta’sirlashishi ya’ni fanlararo integratsiya ta’lim jarayonida turli bosqichlarda amalga oshiriladi. Bunday ta’sirlashuv metodik adabiyotlarda ma’lum darajada yoritilgan bo‘lib, uning boshlang‘ich darajasida (ya’ni birinchi bosqichda), ma’lum bir fan qonuniyatlarini o‘rganishda boshqa o‘quv predmetlarga tegishli tushuncha, tasavvur va obrazlar jalb qilinadi. Boshqacha aytganda, ma’lum qonuniyatni o‘rganish zamirida boshqa predmetlarga tegishli bilimlardan samarali foydalaniladi.

Fizika ta’limining har bir bosqichida fizik bilimlarni sistemalashtirish orqali, umumiy tamoyillar asosida Olamning fizik manzarasi yaratiladi. Bunda turli xil tabiiy–ilmiy fanlarning interatsiyasi asosidagi nazariyalarni yagona g‘oya, ya’ni Olamning fizik manzarasi atrofida birlashtirish bilan bilish nazariyasi rivojlanib boradi. Olamning fizik manzarasida materiyaning muhim xususiyatlari va tuzilishi, yashash (fazoda →vaqt→harakat) shakli hamda rivojlanish qonuniyatlari haqida o‘zining aniq tabiiy – ilmiy ma’nosi shakllanib, rivojlanib boradi. Olamning fizik manzarasi, bilimlar

tizimini sistemalashtirish hisoblanib, tabiiy – ilmiy nazariyalarni tushuntirish vositasi bo‘lib xizmat qiladi.

Tabiiy fanlar bo‘yicha savodxonlik deganda shaxsning tabiiy fanlarga oid g‘oyalarni bilishi, faol fuqaro sifatida tabiiy fanlar bilan bog‘liq muammolarni hal qila olishi tushuniladi. Tabiiy fanlar bo‘yicha savodxon bo‘lgan shaxs tabiiy fanlar va texnologiyalarga oid muammolarni ilmiy dalillarga asoslangan holda muhokama qilishda ishtirok eta oladi.

Tabiiy fanlar bo‘yicha savodxon bo‘lgan shaxsda quyidagi kompetentsiyalar shakllangan bo‘ladi:

- hodisalarni ilmiy jihatdan tushuntirish
- ilmiy tadqiqotlarni loyihalash va baholash
- ma‘lumotlar va dalillarni ilmiy talqin qilish

Hodisalarni ilmiy jihatdan tushuntirish kompetentsiyasi texnologiyalar, tabiiy hodisa-jarayonlarning izohlarini bilish, taklif qilish va baholash. Bunda quyidagi qobiliyatlar namoyish etiladi:

- tabiiy yo‘nalishdagi fanlardan tegishli bilimlarni yodga olish va ulardan foydalanish;
- izohlovchi modellar va tasvirlarni anglash, yaratish va foydalanish;
- tegishli bashorat (prognoz)lar qilish va asoslash;
- izohlovchi farazlarni taklif etish;
- ilmiy bilishning jamiyat uchun amaliy ahamiyatini tushuntirish.

Berilgan ilmiy tadqiqotda o‘rganilayotgan muammoni aniqlash ilmiy tadqiq etilishi mumkin bo‘lgan savollarni farqlash berilgan muammoni ilmiy tadqiq etish usullarini baholash berilgan muammoni ilmiy tadqiq etish usulini taklif etish ma‘lumotlarning ob‘ektivligi va ishonchliligini ta‘minlashda olimlar tomonidan qo‘llaniladigan usullarni tavsiflash va baholash.

Ilmiy tadqiqotlarni loyihalash va baholash kompetentsiyasi – ilmiy tadqiqotlarni tasvirlash va baholash hamda muammolarni ilmiy asoslangan holda hal qilish yo‘llarini taklif etish. Bunda quyidagi qobiliyatlar namoyish etiladi:

- Berilgan muammoni ilmiy tadqiq etish usullarini baholash;
- Ilmiy tadqiq etilishi mumkin bo‘lgan savollarni farqlash;
- Ma‘lumotlarning ob‘ektivligi va ishonchliligini ta‘minlashda olimlar
- tomonidan qo‘llaniladigan usullarni tavsiflash va baholash;
- Berilgan muammoni ilmiy tadqiq etish usulini taklif etish;
- Berilgan ilmiy tadqiqotda o‘rganilayotgan muammoni aniqlash.

O‘qituvchilar ta‘lim oluvchilarning o‘quv faoliyati turlari (bilish, qo‘llash, mulohaza yuritish) bo‘yicha o‘quv yutuqlarini baholashda o‘tgan yillar davomida tadqiqotda ishlatilgan, biroq konfidentsiallik rejimidan chiqqan topshiriqlarni didaktik material sifatida ta‘lim jarayonida qo‘llashlari mumkin. Bu esa TIMSS xalqaro tadqiqotining ta‘lim oluvchilarning o‘quv yutuqlarini baholashning o‘ziga xos yondashuvlarini tushinishni ta‘minlaydi. Muhimi, tabiiy fanlardan savodxonlikni baholash vositalari ta‘lim texnologiyalari va o‘qitish metodikasini takomillashtirishga imkon beradi.

Kompetentsiyali yondashuv inson faoliyatida har tomonlama kompetenlilikni shakllantirish hozirgi zamon jamiyati va ta'limining asosiy sharti bo'lib hisoblanadi. Bu talab pedagoglar faoliyatiga bevosita daxldordir. Bugungi kunda dunyo ta'limini yangilashning asosiy yo'nalishi- ta'lim jarayonida faoliyatli yondashuv orqali dunyoni, hayotni, kasbiy faoliyatni yaxlit tizimli ko'ra olish, unda tizimli faoliyat ko'rsatish, yangi-yangi muammolarni hal eta olish tajribasini shakllantirishdan iboratdir.

ФИЗИКАНИНГ “МЕХАНИКА” БЎЛИМИГА ДОИР ТУРЛИ ТИПДАГИ НОСТАНДАРТ ГРАФИК МАСАЛА ЕЧИШ МЕТОДИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

Ғ.Ғ. Раимов¹, Ў.И.Турдиев²

¹Термиз давлат университети

¹Қарши давлат университети

Ўрганиш объекти физикавий катталикларнинг боғланиш графикларидан иборат бўлган ностандарт масалалар график масалалар дейилади. Баъзи ҳолларда бу графиклар масаланинг шартида берилади, баъзи ҳолларда эса уларни ечиш керак бўлади. Биринчи график масалалар графикларни “ўқиш”дан ва содда графиклар ясадан иборат бўлиши керак. Сўнгра графиклар катталиклар орасидаги миқдорий боғланишларни топишни тавсия қилиш, то формулаларни тузишгача мураккаблаштириб бориш лозим.

График масалалар ечининг асосий босқичлари қуйидагилардан иборат.

Агар катталиклар орасидаги боғланишлар графиги берилган бўлса, у ҳолда уни тушуниш, ҳар бир участкадаги боғланишнинг тавсифини ўрганиш зарур. Масштабдан фойдаланиб, графикдан изланаётган катталикларни (абсцисса ва ордината ўқларидаги қийматларни абсцисса ўқи билан тегишли ордината ва график орасидаги юзани ва ҳоказоларни) топиш керак.

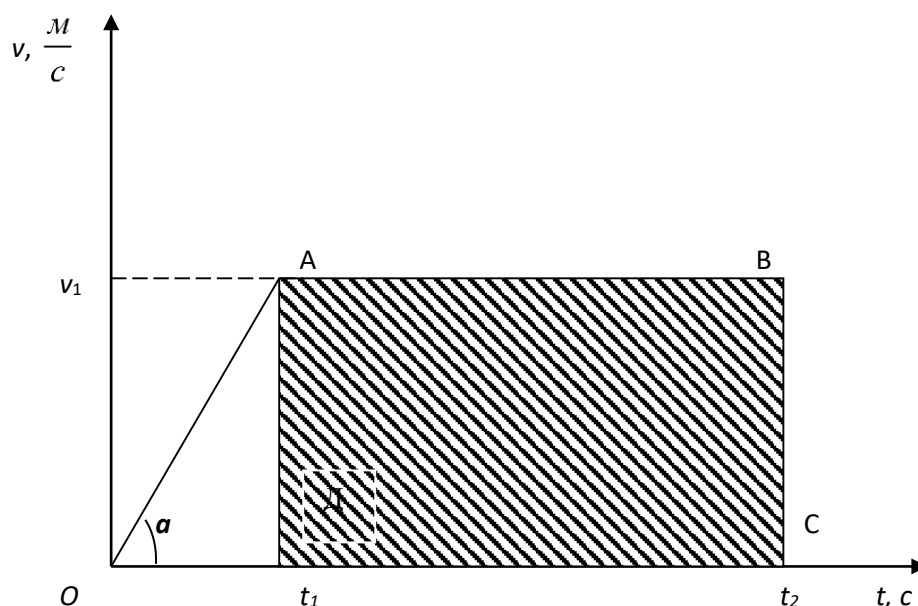
Агар боғланиш графиги берилмаган бўлса, у ҳолда махсус жадвалдан ёки ностандарт масаланинг шартидан олинган қийматларга кўра график ясалади. Бунинг учун координаталар ўқлари чизилади, уларда маълум масштаб танланади, жадваллар тузилади. Шундан кейин координата ўқлари бўлган текисликка тегишли ордината ва абсцисса ўқларига мос нуқталар қўйилади. Бу нуқталарни бирлаштириб, физикавий катталиклар орасидаги боғланиш графиги ясалади, сўнгра юқорида айтиб ўтилган тартибда у ўрганилади.

Мисол тариқасида қуйидаги график масалани кўрайлик.

1-масала. График бўйича (3-расм) жисмнинг ҳаракатини тавсифланг, йўлнинг айрим участкаларидаги вақт тезлик ва тезланишни аниқланг.

Ўқувчилар графикни таҳлил қилиб, биринчидан, у тезликнинг вақтга боғланишини ифодаланишини аниқлашлари керак. Жисмнинг бошланғич тезлиги $v_0 = 0$. Вақтнинг $t = t_1$ пайтида жисм v_0 тезликка эришди. $t = 0$ дан $t = t_2$ гача тезлик ортди. Графикда v тезликнинг t вақтга чизиқли боғланишда эканлиги кўрсатилган. Бинобарин, жисм текис тезланувчан ҳаракат қилган вақтнинг $t_1 - t_2$

оралиғида, тезлик ўзгармаган. Жисм текис ҳаракат қилган. $(0 - t_1)$ вақт оралиғи учун тезланишни аниқлаймиз. $v_1 = a_1 t_1$, бундан $a_1 = \frac{v_1}{t_1}$. Вақтнинг $t_2 - t_1$ оралиғи учун тезланиш $a = 0$. Жисмнинг текис тезланувчан ҳаракатда t_1 вақт ичида ўтган s_1 йўл ОАД учбурчакнинг юзага сон жиҳатидан тенг бўлади:

$$s_1 = \frac{v_1 t_1}{2} = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_1 t_1^2}{2}.$$


1-расм

Шундай қилиб, график ёрдамида бошланғич тезликни шартли равишда нолга тенг деб, текис тезланувчан ҳаракатда ўтилган йўл учун муҳим формулани аниқладик (3-расм).

t_1 вақт ичида ўтилган йўл s сон жиҳатидан ОАВС трапециянинг юзига тенг:

$$s = \frac{v_1 t_1}{2} + v_1 (t_2 - t_1) = \frac{v_1 (2t_2 - t_1)}{2}.$$

График берилмаган, балки уни ўқувчиларнинг ўзлари маълумотномадаги маълумотлар орқали тузган жадваллар бўйича яшашлари керак бўлган график масалалардан фойдаланишлари мумкин.

Адабиётлар

1. Raimov G'. F. Maktab fizika darslarida nostandart masalalar yechish metodikasi // Namangan davlat universiteti axborotnomasi –Namangan, -2020. -7- son. -B.300-304. (13.00.00, №30). ISSN-2181-0427.
2. Raimov G'. F. Improving the solution of non-standard problems in school physics lessons // Namangan davlat universiteti axborotnomasi. –Namangan, -2021. -9 – son. -B.423-429. (13.00.00, №30). ISSN-2181-0427.
3. Raimov G'. F. Methodology of selection, construction and solution of non-standard graphics, drawings, pictures of the department of physics "mechanics"

4. Raimov G. F. Principles of didactics in computer solution of non-standard problems from physics in general secondary schools. ISJ Theoretical & Applied Science, 10 (102), (2021). 759-761. Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-102-79> Doi: <https://dx.doi.org/10.15863/TAS> Scopus ASCC: 3304.

ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ФИЗИКЕ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ ИНТЕРЕСА УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Б.К. Тухтамишев, А. А. Косимов

Джизакский государственный педагогический университет

Современное развитие системы образования реализуют фундаментальную и прикладную составляющие образования [1]. Социально-экономические преобразования в обществе влияют на «роль и характер деятельности учителя, характер субъектного взаимодействия, организации образовательного процесса, компетенций, как учителя, так и ученика» [2]. В области подготовки обучающихся различных образовательных организаций активно развивается компетентностная парадигма, что обуславливает более широкое применение технологических способов обучения, основанных на субъект-субъектном взаимодействии и учете индивидуальных возможностей.

Применительно к общеобразовательной школе это означает поиск эффективных форм и методов организации урочной и внеурочной деятельности, способствующих развитию у учащихся необходимых компетенций.

Поэтому школьное образование призвано решать не только те задачи, которые связаны с использованием полученных знаний для решения типовых задач, но и способствовать формированию у учащихся творческого подхода к их решению. Некоторые школы открывают для учащихся профильные классы для более углубленного изучения предметов, необходимых при освоении технической специальности, в частности, физики. [3].

Целью представляемой работы является обоснование внеурочной деятельности для повышения познавательной направленности учащихся общеобразовательной школы к изучению учебного предмета «физика» и обеспечения качества его усвоения.

Обосновывается влияние внеурочных видов деятельности на развитие личностной сферы и творческого мышления учащихся подросткового возраста, формирования компетенций, продуктивных форм сотрудничества. Характеризуются особенности подготовки учителя физики к руководству радио клуба как инновационной формы внеурочной деятельности. Понятие «внеурочная деятельность» рассматривается с разных точек зрения. Выделим положения, важные для нашего исследования.

Внеурочную деятельность по физике целесообразно осуществлять разными формами: индивидуальными, групповыми и массовыми. Индивидуальные формы предполагают чтение литературы по физике, решение задач различного уровня сложности, изготовление приборов, проведение физического эксперимента. К групповым формам относят экскурсии, кружки, факультативы. К массовым формам – олимпиаду по физике, конференции, квест-игры, встречи с преподавателями вузов, выпуск стенгазет и др.

Процесс организации внеурочной деятельности, в том числе, по физике, базируется на основополагающих принципах, к которым следует отнести: – принцип добровольного участия учащихся, как во время выбора внеурочного направления, так и при выборе приоритетных форм работы (массовых, групповых и индивидуальных); – принцип комплексности, последовательности и системности познавательного развития учащихся, формирования мыслительных операций;

По полученным данным можно сделать следующие выводы: – содержание внеурочной деятельности интегрировано в общую систему учебно-воспитательного процесса как его составная часть; – значимость внеурочной деятельности определяется теми возможностями, которые она предоставляет учащимся для организации своего свободного времени.

Литература

1. Аникина О.Н. // Пермский педагогический журнал. – 2015. – №7. – С. 139.
2. Буш, А.Ф. // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2018. – № 1. – С. 26-35.
3. Григорьев, Д.В. //М.: «Просвещение», 2010. –183 с.

UMUMIY O‘RTA TA’LIM MAKTABLARIDA TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNING FUNKSIONAL IMKONIYATLARI

S. T. Usmonova

Navoiy davlat pedagogika instituti, sohibamadina2327@gmail.com

Ilm-fan, texnika va texnologiyalar shiddat bilan rivojlanib borayotgan bugungi kunda kelajagimizning asosiy kuchi hisoblanadigan yoshlarni o‘qitish, ularni aynan shu rivojlanish tendensiyalariga mos holda yo‘naltirish masalasi eng muhim va dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Bu o‘z navbatida ta’lim jarayoniga eng zamonaviy texnologiyalarni va o‘qitish metodlarini joriy etishni talab qiladi.

Hozirgi vaqtda zamonaviy o‘qitish texnologiyalarini qo‘llamasdan talabalarga zarur bo‘lgan bilimlarni yetkazib berish qiyin masala. Bunda birinchi navbatda axborot va kompyuter texnologiyalarini o‘quv jarayoniga qo‘llash ehtiyoji vujudga keladi. Rivojlangan xorijiy mamlakatlar tajribasida ta’limni kompyuterlashtirishda “Bulutli xizmatlarni” joriy etish tajribasi eng maqbul yechim hisoblanadi. Ta’lim jarayonida bulutli xizmatlardan foydalanishning turli xil usullari mavjud. “Bulut”da o‘qituvchi

o‘zi olib borayotgan mashg‘ulotlar matnini joylashtirish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Shuningdek, o‘quvchilar bilimni baholashning turli vositalari, masalan nazorat va test sinovlarini tekshirishni faylni kompyuterga yuklab olmasdan brauzer orqali amalga oshirish mumkin.

O‘quvchi, talaba kompyuter yoki telefonda o‘ziga qulay bo‘lgan har qanday shaklda ma‘lumotlarni o‘qish, ko‘rish, tinglash hatto test yoki nazorat savollariga javob berish imkoniyatiga ega bo‘adi. Asosiysi ta‘lim jarayonini amalga oshirishda “Bulut”li xizmatlarning afzalliklari va arzonligi hisoblanadi.

Uydagi shaxsiy kompyuterlarda esa Windows operatsion tizimi o‘rnatilgan. Shu sababli, o‘quvchilar maktab kompyuterida bir dasturiy ta‘minotda uy vazifasi va amaliy ishlarni bajarsa, uyda amaliy mashg‘ulotni davom ettirishi yoki uy vazifasini bajarishda boshqa dasturiy ta‘minotdan foydalanishiga duch kelishi hisobiga muammo kelib chiqadi. Bulutli xizmatlar ushbu muammolarni yechish, hamda ushbu jarayonda o‘quvchi uchun ham o‘qituvchi uchun ham qulaylik yaratish imkoniyatiga egadir.

Bulutli texnologiyalarning mohiyati quyidagilardan iborat:

- foydalanuvchi sifatida siz o‘z kompyuteringizda hech qanday dasturga ega bo‘lmasligingiz, faqat internetga chiqish imkoniyatingiz borligi yetarlidir;

- xizmatlarning pullik yoki bepul bo‘lishi. Sizga nima kerakligiga bo‘g‘liq, ya‘ni bepul dasturlar va xizmatlar ham mavjud;

- bulutli texnologiyalar qurilmalar, dasturiy ta‘minotni modernizatsiya qilish, qo‘llab –quvvatlash, xarid qilish kabi xarajatlarni yetarlicha iqtisod qilish imkoniyatini beradi;

- bulutdagi ma‘lumotlarga masofadan turib kirish imkoniyati- Internet chiqish imkoniyati bo‘lganda sayyoraning istalgan nuqtasidan turib ishlash imkoniyati mavjudligi.

Umumta‘lim maktablarida litsenziyalangan dasturiy ta‘minotni xarid qilish imkoniyati har doim ham mavjud emas. Ushbu xarajatlarni sezilarli darajada qisqartirish maqsadida ko‘p foydalaniladigan dasturiy ta‘minotni, masalan «Microsoft Office» paketiga kiruvchi Word, Excel, PowerPoint kabi dasturiy ta‘minotning “Bulutli” versiyasidan foydalanish imkoniyati mavjud. Bugungi kunda shu sababli xorijiy mamlakatlarda ko‘pchilik maktablar bepul dasturiy ta‘minotga o‘tmoqda. Maktab kompyuterlarida bepul dasturiy ta‘minot Linex operatsion tizimi o‘rnatilmoqda.

O‘quvchilar maktabda “bulutli” versiyadagi dasturiy ta‘minotdan foydalanib bajargan amaliy ishini, uydagi kompyuterida ochishi, uni davom ettirishi mumkin. Shuningdek, “bulutli” yoki oddiy versiyada uy vazifasini bajarib, o‘z taqdimotini maktabda o‘tkazishi mumkin. Bulutli xizmatlardan foydalanishning eng asosiy ustunliklardan biri o‘quvchi uchun jamoaviy loyihalarni bajarish bir muncha qulay bo‘ladi, chunki bulutda faylga kirish va tahrirlashni sozlab olish mumkin. Bir vaqtning o‘zida bir necha foydalanuvchining hamkorlikda ishlashi masalan: o‘qituvchilar jamoasining jamoaviy loyihalari yoki yillik ish reja tuzishda foydalaniladi.

Har xil amaliy ishlardan, loyihalardan iborat o‘quvchi portfoliosini maktab kompyuterida saqlash har doim ham ishonchli bo‘lavermaydi. Yaratilgan ishlar boshqa o‘quvchilar tomonidan o‘zgartirilishi yoki o‘chirib yuborilishi mumkin, bu esa butun

o'quv yili davomida qilingan ishlarni puchga chiqaradi. Bulut xizmatlari har xil fayllarni ishonchli saqlaydi va boshqa o'quvchilarning kirishiga yo'l qo'ymaydi. Shuningdek, qaysidir bir ishni ko'rish yoki o'zgartirish zaruriyati tug'ilganda har qanday qurilma uchun internet tarmog'i talab etiladi.

Maqsad: zamonaviy maktablarda bulutli texnologiyalarni qo'llash imkoniyatining mavjudligini, ta'lim jarayonini takomillashtirish uchun qanchalik zarur va samarali hamda ta'lim sifatini oshirish, ta'lim jarayonida ishtirok etuvchilarning barchasi uchun qanaqa axborot xizmatlariga ehtiyoj borligini aniqlash bo'ladi.

O'quvchilar loyiha mavzusini olgandan so'ng, kichik guruhlariga bo'linishadi. Shundan so'ng loyiha rahbari hujjatni yaratadi va bu hujjatga boshqa ishtirokchilarning kirish imkoniyatini taqdim etadi (ssilka yoki elektron pochta orqali). O'quvchilar loyiha ustida uyda yoki maktabda ish olib borishi mumkin, ya'ni hujjatni mazmunan to'ldirishadi. Barcha ishlar tugagandan so'ng o'qituvchiga kirish imkoni taqdim etiladi. O'z navbatida o'qituvchi hujjatning u yoki bu qismiga izoh berishi mumkin. Asosiy maqsad o'quvchilar loyihani himoya qilgunga qadar o'qituvchi tomonidan berilgan izohlarni, kamchiliklarni tahrirlash, to'g'rilash imkonini yaratib berishdir. O'quvchilarning loyihani yaratishdagi ishtiroki, faolligini baholashning eng muhim jihati bu o'qituvchi o'quvchilar tomonidan amalga oshirilayotgan o'zgarishlar xronologiyasini kuzatib borishi mumkin. Aynan shu xronologiya bo'yicha guruhdagi har bir o'quvchining tuzatishlardagi hissasini aniqlash mumkin.

Adabiyotlar

1. Begimqulov U.Sh "Pedagogik ta'limda zamonaviy texnologiyalarni joriy etishning ilmiy-nazariy asoslari"- Toshkent: Fan, 2007-yil.
2. Шевченко В.Г. Технологии облачных вычислений: учебное пособие. ТГТУ 2017

УМУМИЙ ЎРТА ТАЪЛИМ МАКТАБ ФИЗИКА ФАНИНИ ТАЪЛИМ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ АСОСИДА ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

О.А. Каримова

Навоий Давлат педагогика институти.

E-mail: oynis_1986@bk.ru

2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича қабул қилинган "Ҳаракатлар стратегияси" нинг 4-бўлим 4.4- ва 4.5-бобларда Давлат томонидан ёшлар билан ишлаш сиёсатини такомиллаштириш, ёш авлодни интеллектуал ривожланган комил инсон қилиб тарбиялаш, таълим муассасаларида эса таълим сифати ва уни баҳолаш мезонларини халқаро стандартларга мувофиқлаштириш, умумий ўрта таълим мактаб тизимини ислох қилиш масалалари кўрсатиб берилган.

Бугунги кунда умумий ўрта таълим мактаб тизимини такомиллаштириш йўлида олиб борилаётган ислохотларнинг самарадорлиги таълим жараёнида ривожланган хорижий давлатлар таълими тизимида қўлланилаётган инновацион технологиялардан хабардор бўлган ҳолда ўқитувчилар томонидан таълим жараёнига инновацион педагогик ва ахборот коммуникацион технологияларни кенг қўлланилишидадир. Шу мақсадда умумий ўрта таълим мактаб тизимини янада ривожлантириш учун “Ўзбекистон Республикаси Халқ таълими тизимини 2030 - йилгача ривожлантириш концепцияси тўғрисида” ги РР-5712-сонли фармони (29.04.2019 й.), “Таълим тўғрисида” ги янги қонун (23.09.2020 й.) қабул қилинди ҳамда Давлат таълим стандарти (ДТС) , Миллий ўқув дастури ишлаб чиқилди. Шулар асосида янги ўқув дарсликлари яратилмоқда.

Олиб борилаётган бундай амалий ҳаракатлар умумий ўрта таълим мактаб ўқувчиларининг ўқув-билишида мантикий фикрлаш қобилиятларини ривожлантиришга, таълим олишини давом эттиришлари учун зарур бўлган билимларни эгаллашга ва улардан кундалик ҳаётларида фойдаланишга, шу билан бирга уларда миллий, умуминсоний қадриятларни шакллантириш каби ютуқларга эришишга ёрдам беради.

Умумий ўрта таълим мактаб тизимида ўқув жараёнларни ташкил қилишни сифат кўрсаткичларига кўтариш аввало, ўқитувчининг ўзида янгича билим бериш, ўзгариб боровчи меҳнат ва ҳаёт шароитларига мувофиқ ижодий фаолият билан шуғуллана олиш кўникмалари таркиб топган бўлиши, яъни ўқитувчи креатив (ижодкор) лик сифатларга эга бўлиши лозим. Чунки креатив тафаккурга эга ўқитувчини кузатиш натижасида ўқувчи ҳам креатив фикрлашга мойил бўлади.

Агар ўқитувчи креативлик сифатларга эга бўлмаса, ўқувчилар қизиқарли ва ажойиб ғояларга эга бўлсаларда, бироқ уларни ифодалашда сусткашликка йўл қўяди. Бунинг сабаби таълим жараёнида қўлланилаётган таълим технологиялари ўқувчиларда эркин, мустақил фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилмаслигидадир.

Креатив тафаккурга эга ўқувчилар: бошқа ўқувчиларнинг ҳаёлига келмаган ғояларни билдиради ва бу ғояларни аниқ далиллар асосида муҳокама қилишни афзал кўради; ечими очик қолган вазифалардан завқланади; муаммони ечимини топишда ноанъанавий ёндашувни танлайди.

Бугунги кунда факт-далилларнинг ниҳоятда кўпайиб кетаётганлиги, изланишларнинг янги методикасини пайдо бўлиши ва билим миқдорининг узлуксиз ошиши натижасида умумий ўрта таълим мактаб ўқувчиларини ўқитиш ва тарбиялаш жараёни бирмунча мураккаблашган. Ана шу мураккаб, машақатли таълим-тарбия тизимини янгича мазмунда инновацион педагогик ва ахборот коммуникацион технологиялари орқали таълим самарадорлигига эришиш давр таълабидир. Бундан таълим бераётган ҳар бир ўқитувчи **“Ўқувчиларни қандай қилиб, қайси методлар билан билим олиш жараёнида фаоллаштириш мумкин”** деган саволни ҳал қилиш зарурияти келиб чиқади. Бу эса таълим-тарбия тизимида янгича методик ёндашувларни тақозо этади. Шунинг учун, бугунги кунда таълим жараёнида анъанавий дарс шаклини сақлаган ҳолда

ўқувчиларнинг таълим олиш фаолиятини турли-туман замонавий таълим (инновацион педагогик ва ахборот камуникацион) технологиялари кенг қўлланилмоқда. Масалан, бундай замонавий таълим технологиялари асосида ўқувчиларга физикавий ҳодиса ва жараёнлар **визуаллаштириш** воситалари ёрдамида етказилса, албатта, креатив тафаккурга эга ўқувчининг билим, куникма ва малакалари янада мужассамлашади.

Дарҳақиқат, кўргазмалар, қуроллар, намоёнишлик экспериментлар ва техник воситалардан фойдаланиш физика дарслари дидактикасининг ажралмас қисмидир. Дарс мазмуни **визуаллаштириш** воситалари (чизмалар, графиклар, схемалар, жадваллар, диаграммалар, анимациялар, мультимедиялар) билан ўқувчиларга кўриш, эшитиш, сезиш аъзолар орқали етказилса, дарс самарадорлигининг ошишига эришилади. Чунки инсон табиатда рўй берадиган ҳодиса ва жараёнларни ўзининг кўриш, эшитиш ва сезиш аъзолари орқали кўпроқ идрок этади. Бу эса дидактиканинг кўргазмалилик, тушинарилилик ва намуналик мисолларидан фойдаланиш омилларига мос келади.

Биз яшаётган аср техника, электроника, ЭҲМлар, робототехника, интернет тармоғидан фойдаланиш асри ҳисобланади. Техник тараққиёт даврида физиканинг роли каттадир. Бу даврга тегишли мисолларга таяниш ўқувчиларнинг физика фанини ўрганишдаги фаолликларини оширишга ёрдам беради, албатта.

Хулоса қилиб айтганда, техник тараққиёт ва илмий информацияларнинг ошиб бориши даврида ўқувчиларнинг билим олишида фаолликни ошириш замонавий ўқитишнинг муҳим масаласидир.

Адабиётлар

1. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида. Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ 4947-сонли фармони. Тошкент. 2017.
2. Умумий ўрта таълимнинг физика фанидан давлат таълим стандарти ва ўқув дастури. Тошкент. 2017.
3. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида” ги қонуни. Тошкент. 2020.
4. Умумий ўрта таълимнинг Миллий дастури (Физика ва астрономия). Тошкент. 2021.
5. Рахимов О.Д., Турғунов О.И., Мустафаев Қ.О., Рузиев Ҳ.Ж. Замонавий таълим технологиялари. Ўқув қуланма. Тошкент. “Фан ва технология нашриёти”. 2013. 200 б.

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ НА ОСНОВЕ КЕЙС-ТЕХНОЛОГИИ

Р.Н. Бекмирзаев¹, Г. Маматкулова², Б. Насан Маматкулов², Ч. Беркинова¹

¹Джизакский Государственный педагогический университет, Джизак
(bekmirzaev@mail.ru)

²Джизакский политехнический институт, Джизак.

Современные развития инновационной деятельности в организациях высшего образования определяют курс на кардинальную модернизацию экономики и подготовку кадров с новыми профессиональными компетенциями, развитие и использование инновационных путей и технологий в системе высшего образования, повышение активности студентов в учебно-познавательной деятельности, в научных исследованиях и изобретательстве [1]. Деятельность современного инженера связана с разработкой, созданием, эксплуатацией, усовершенствованием различного рода технических объектов, представляющих собой сложные и многофункциональные системы. Опыт показывает, что непродуманные и произвольные действия, профессиональные ошибки могут привести к непредсказуемым, необратимым последствиям, а нередко и к катастрофическим результатам [2]. Таким образом, при подготовке бакалавра необходимо вооружить его такими «инструментами», которые позволят ему действовать грамотно, осмысленно при принятии профессионально значимых производственных решений, сводя вероятность ошибки к минимуму. Сегодняшний день физике принадлежит особая роль в подготовке будущих бакалавров к активному и деятельному участию в современном инженерном производстве. Необходимость совершенствования физического образования в организациях высшего образования обусловливается развитием самой физики как науки, возрастанием ее роли в развитии техники и отражением этого в профессионально направленных дисциплинах, изучаемых в технических вузах [3].

При обучении физике в техническом вузе чаще используют традиционные технологии обучения, направленные на формирование знаний, умений и навыков. В работах по реализации практико-ориентированного подхода не учтены перспективы развития новых технологий в производственной среде. В связи с этим мы обратились к рассмотрению практико-ориентированной технологии обучения, учитывающей перспективные направления развития техники и технологий. Такая технология обучения основана на разрешении производственных проблем, лежащих в реально существующих ситуационных условиях инженерной деятельности средствами физики.

Для реализации комплексной кейс-технологии, основанной на постановке проблемы и ее поэтапном разрешении, нами было проанализировано содержание дисциплин технических вузов, выявлены связи

между разделами физики и профессионально ориентированными специальными дисциплинами. Процесс создания кейса, обучающего студентов общей физике и способствующего формированию профессиональных компетенций, представляет собой сложную деятельностьную систему.

В заключение можно отметить, что представленная нами структура комплексной кейс-технологии позволила реализовать принцип единства фундаментального и прикладного в обучении физике студентов технического вуза.

Литература

1. П.И. Образцов //Технология профессионально-ориентированного обучения в высшей школе: - Орел: ОГУ, 2008. -163 с.
2. Е.С. Полат //Современные педагогические и информационные технологии в системе образования - М., 2007. - 364 с.
3. Ю.П. Сурмин //Ситуационный анализ или анатомия кейс-метода: учеб. Пособие. - Киев: Центр инноваций и развития, 2002. - 286 с.

ФИЗИКАДАН МАСАЛАЛАР ЕЧИШ МЕТОДИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ.

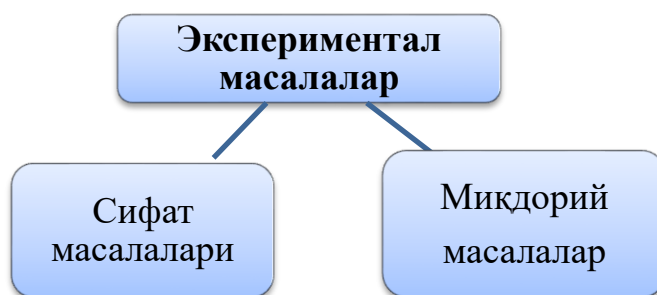
А. А. Ахмедов

Навоий давлат педагогика институти

axataxmedov1961@gmail.com

Бугунги кунда педагогика олий таълим муассасаларида бўлажак физика фани ўқитувчиларини тайёрлашда таълим узвийлигини ва узликсизлигини таъминлашда назария ва амалиёт уйғунлигини саклаб уни уқитиш методикасини такомиллаштиришда масалалар ечиш машғулотларини ташкил этиш ва ўтказиш унинг методикасини такомиллаштириш муҳим аҳамият касб этади. Таълим тизимида олиб борилаётган ислохотлар замирида педагогика олий таълим муассасаларида тахсил олаётган бакалавр талабаларда масалалар ечиш методикаси бўйича етарли малака ва куникмага эга бўлишлари талаб этилади. Бўлажак ўқитувчиларда экспериментал компетентликни ривожлантирмасдан туриб, таълимда самарадорликка эришиш имконияти чегараланган. Назарияни амалиёт билан боғлашнинг энг самарали усулларида бири экспериментал масалалар ечишдир. Экспериментал масалаларнинг характерли хусусияти шундаки, уларни ечишда лаборатория ёки демонстрацион экспериментлардан фойдаланилади. Экспериментал масалаларни ечиш жараёнида талабаларнинг фаоллиги ва мустақиллиги ошади. Чунки улар масала ечиш учун керакли маълумотларни дарсликдан, масалалар тўпламидан тайёр ҳолда олмасдан, балки ўзлари бажарадиган физик ўлчашлардан оладилар. Бу масалаларни етарлича фикрламасдан туриб ечиб бўлмайди, яъни тажрибада содир бўладиган

ҳодисаларни талабалар аниқ кўз олдиларига келтира олишлари керак. Чунки, экспериментал масалаларда, лаборатория ишларидагидек назария берилмайди, ишни бажариш тартиби кўрсатилмайди. Керакли асбоб-ускуналар, материаллар берилиб, топилиши керак бўлган маълумот сўралиши билан кифояланади. Физика ўқитиш жараёнида талабаларнинг экспериментал кўникма ва малакаларни эгаллашлари, уларнинг касбий педагогик тайёргарликларини мустаҳкамлашлари учун бошқа ўқув экспериментлари қаторида **экспериментал масалалар** ҳам муҳим ўрин тутати. Экспериментал масалалар деб шундай масалаларга айтиладики, бунда қўйилган мақсадга эришиш (масалани тўлиқ ечиш) учун албатта физик тажрибанинг қўйилиши ва ўлчашлар ўтказилиши керак. Экспериментдан дастлабки маълумотлар олинади ва масала ечимининг тўғрилиги текширилади. Экспериментал масалаларни сифат масалалар ва миқдорий масалаларга бўлиш мумкин.



Сифат масалалар ўз ечимида физик катталикларнинг миқдорий қийматлари ва математик ҳисоб-китобларни талаб қилмайди. Талабаларда тасаввур қилиш, мантикий фикрлаш, илмий хулосалар яшаш кўникмаларини уйғотади. Бир нечта сифат масалаларга мисоллар келтирамиз: «Нима учун планеталар айлана бўйлаб эмас, балки эллиптик орбиталар бўйлаб ҳаракатланади?», «Сувли идишга туширилган икки иситкич асбобларини ўзаро қандай улаганда сув тезроқ қайнайди?». Экспериментал масалаларни ечиш давомида талабаларда кузатувчанлик, физик асбоблардан тўғри фойдалана олиш, ўлчаш кўникмалари, ижодий фикрлаш, тадқиқотчилик лаёқати каби кўникмалар шаклланади ва ривожланади. Экспериментал масалаларни, улардаги экспериментнинг ролига қараб қуйидагича турлаш мумкин 1) эксперимент ўтказмасдан туриб, қўйилган саволга жавоб олиш мумкин бўлмаган масалалар; 2) экспериментдан муаммоли ҳолатларни юзага келтиришда фойдаланиладиган масалалар; 3) масала шартида акс эттирилаётган физик ҳодисани кўргазмали намоиш қилиш учун экспериментдан фойдаланиладиган масалалар; 4) масала ечимининг тўғрилигини текширишда экспериментдан фойдаланиладиган масалалар.

Экспериментал масалалар ўзининг хусусиятлари, уларни режалаштириш ва ечишга қўйиладиган талаблар жиҳатидан жуда бой мазмунга эга. Экспериментал масалалар ечишни ташкиллаштириш масаланинг ечими учун зарур бўлган қурилмаларни танлаш, масала ечиш усули ва босқичларига эътибор қилишдан иборатдир. Экспериментал масалаларни ечиш жараёни тўртта босқичда амалга оширилади: 1) масаланинг шартини тушуниш; 2) масала ечиш режасини

тузиш; 3) режани амалга ошириш; 4) жавобни текшириш ва таҳлил қилиш.

Биринчи босқич, масаланинг тасдиқ ва талаблардан иборат бўлган шарт билан танишишни, шунингдек эксперимент учун керак бўладиган асбоблар ва материалларни аниқлаш ва танлашни, шарт бўйича физик ҳолатни баҳолашни назарда тутати. Иккинчи босқичда, масала жавобига эришишнинг назарий йўли ишлаб чиқилади, тажрибани ўтказиш тартиби кўрсатилади. Зарурият бўлган ҳолларда қўшимча асбоб ва материаллар танланади. Учинчи босқич тажрибани бажаришга йўналтирилади. Масаланинг шартида берилмаган, лекин талаб қилинган натижага эришиш учун қўлланилиши зарур бўлган экспериментал маълумотлар тажриба натижаларидан олинади. Тўртинчи босқичда масала жавобининг ҳаққонийлиги текширилади. Эксперимент натижалари таҳлил қилинади. Мазкур масалани ечишнинг бошқа усуллари қидириб топиш борасида тадқиқий фаолият олиб борилади.

Баъзан сифат масалаларнинг шарт расм ёки схема кўринишида ҳам берилиши мумкин. Умумтаълим мактаблари ва академик лицейларда физика таълими самарадорлигини оширишга интилиш, ўқувчиларнинг синфда ва уйдаги мустақил ишларининг натижавийлигига боғлиқ. Кейинги вақтларда, ўқув материални тартибга солиш ва уни масалалар ечиш йўли билан мустаҳкамлашга, яъни физика ўқитишнинг амалий йўналтирилганлигига эътибор кучайди.

В.Г.Разумовский, дарснинг 30% дан кам бўлмаган қисми ўқув материалига доир масалалар ечиш, лаборатория ишлари ва практикумларни бажариш билан қайта ишлашга ажратилиши лозим, деб ҳисоблайди. Тадқиқотларда аниқланишича, физикадан масалаларни ечиш жараёнида ўқувчилар онгида маълумотларни қайта ишлаш кўникмалари шаклланади. Бунинг натижасида бошқа, жумладан ўқувчи ақлий фаолиятининг умумлашган функциясига қадам қўйилади. Микдорий экспериментал масалаларда, тажриба йўли билан дастлабки маълумотлар олинади ва сўнгра математик ҳисоб-китоблар амалга оширилади.

Экспериментал масалаларни ечишнинг лаборатория ишларини бажаришга нисбатан фарқли томони шундаки, уларни аввал назарий жиҳатдан, мантиқий кетма-кетликка риоя қилган ҳолда ечиш лозим. Сўнгра масаланинг жавобига эришиш учун тажрибага мурожаат қилинади. Экспериментал масалаларни ечишнинг умумий алгоритми сифатида талаба амалга ошириши лозим бўлган қуйидаги жиҳатларни келтирамиз:

1. Масаланинг шарт билан яхшилаб танишиш, яъни унда баён қилинган физик жараён ва ҳодисани аниқ тасаввур қилиш.
2. Масаланинг шартига асосан расм ёки схема чизиш.
3. Масалани ечиш режасини тузиш.
4. Константалар ва жадвалдан олинadиган катталикларни аниқлаш ва ёзиб олиш: а) жадвалдан олинган маълумотнинг қандай бирликлар системасида берилганлигини аниқлаш ва зарур бўлганда бошқа бирликлар системасига ўтказиш; б) бу катталикларнинг физик моҳиятини тушуниш.

5. Масаланинг мазмунида акс эттирилган физик жараёни тавсифловчи формулаларни мантикий кетма-кетликда ёзиб, берилган катталиклар орқали ифодаланган умумий ечимини топиш, яъни назарий йўл билан охириги ишчи формула келтириб чиқариш.
6. Берилган асбобларни тажриба ўтказишга тайёрлаш ва қурилмани йиғиш.
7. Тажриба ўтказиш ва натижаларни ёзиб олиш. Тажрибани такрорлаш.
8. Ҳисоблаш ва ўлчаш хатоликларини топиш.
9. Олинган натижалар асосида жадвал ва катталиклар орасидаги боғланиш графикларини чизиш.
10. Натижаларни назария билан таққослаш, умумлаштириш ва хулосалар чиқариш.

Экспериментал масалаларни ечиш учун бўлажак ўқитувчилар қуйидаги кўникмаларга эга бўлишлари лозим:[1,2,3,4]

1. Масаланинг шартини тушуниш.
2. Мазмунни ифодаловчи расм ёки схема чизиш.
3. Физик катталиклар жадвалидан фойдаланишни билиш.
4. Ўлчов бирликлари орасидаги муносабатларни билиш.
5. Физик жараёни математик формулалар орқали ифодалаш.
6. Тажриба қурилмасини йиғиш.
7. Ўлчов асбобларидан фойдаланиш ва уларнинг хатоликларини ҳисобга олиш.
8. Ҳисоблашларни амалга ошириш.
9. Ўлчаш хатоликларини ҳисоблаш.
10. Масаланинг жавобини ёзиш.
11. График ва жадваллар тузиш.
12. Жавобни назария билан солиштириш, хулосалар чиқариш ва умумлаштириш.

Адабиётлар

1. Ахмедов А.А. Бўлғуси физика ўқитувчиларининг экспериментал компетентлигини шакллантириш ва ривожлантириш. //Монография. – Тошкент: А.Навоий нашриёти, 2019. -102 б.
2. Akhmedov A A // Development of experimental competence of future Physics teachers // ELECTRONIC JOURNAL OF ACTUAL PROBLEMS OF MODERN SCIENCE, EDUCATION AND TRAINING. FEBRUARY, 2021 - III.P.26-30.
3. Akhmedov A A // Innovative methods of conducting laboratory classes at pedagogical universities//ELECTRONIC JOURNAL OF ACTUAL PROBLEMS OF MODERN SCIENCE, EDUCATION AND TRAINING. FEBRUARY, 2021 - III.P.38-48.
4. Ахмедов А.А. // Развитие компетентности учителя физики на экспериментальных лабораторных работах// POLISH SCIENCE JOURNAL, ISSUE 2(35), 2021Y. PART 2, P.60-63.

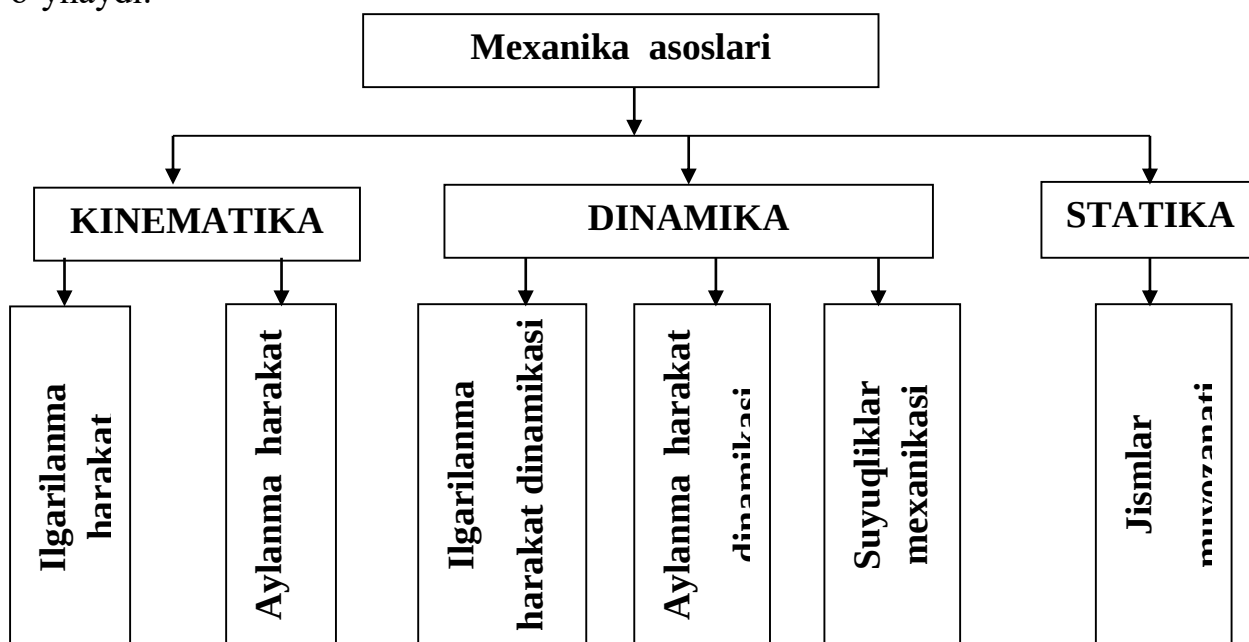
OLAMNING MEXANIK MANZARASINI YARATISHDA FUNDAMENTAL FIZIK NAZARIYALARNING O'RNI

Q. Sh. Tursunov
(Qarshi MII)

XXI asrda fizika fanining nazariyasi va ilmiy tadqiqot uslublari ko'pgina tabiiy–ilmiy fanlar, jumladan kimyo, astronomiya, biologiya kabi tabiiy–ilmiy fanlar uchun tayanch – fundamental ilmiy natijalar berdi. Fizika fanining yutuqlari zamonaviy texnikaning gurkirab o'sishiga va rivojlanishiga xizmat qildi.

Fizikada yangiliklarning ixtiro etilishi, yangi fanlarni yuzaga olib keldi. Jumladan, elektrotexnika, radiotexnika, elektronika, yadro energetikasi va boshqa fanlar bunga yaqqol misol bo'la oladi. Yuqoridagi yutuqlarga erishishda fizika fanining o'rni va ahamiyati beqiyosdir. Fizikaning fan sifatida rivojlanishida juda ko'p vaqtlar ko'pgina olimlar ilmiy–tadqiqot ishlari olib bordilar. Xususan, fizika fanining birinchi bo'limi sifatida «Mexanika» shakllanib, uning poydevoriga asos solindi. Fizikaning mexanika bo'limi bir–biri bilan chambarchas bog'langan 1–shakldagi uch qismdan iborat.

«Dinamika» bo'limini o'rganishda asosiy maqsad o'quvchilarga moddiy nuqta harakati haqida tushuncha berish, Nyuton qonunlari bilan va uning amaliyotda, texnikada, kosmonavtikada qo'llanilish bilan tanishtirishdan iborat. Dinamik tushunchalarni shakllantirish jismlarning o'zaro ta'siri, inersiya, massa, kuch, impuls fizika kursining asosiy mavzusi hisoblanadi. Yuqorida qayd etilgan tushunchalar nafaqat mexanika bo'limida balki fizikaning boshqa bo'limlarida ham muhim o'rin tutadi. Masalan, «massa» va «kuch» tushunchalari elektrodinamikada masalalar yechishda, «massa» va «impuls» tushunchalari elementar zarralar fizikasida muhim rol o'ynaydi.



1–shakl.

I.Nyutonning klassik mexanikasi Yerda va Yerdan tashqari sharoitlarda juda ko'p jarayonlarni tahlil qilib berdi va juda uzoq vaqt davomida texnik muvaffaqiyatlarga asos bo'lib keldi. Nyuton 1687 yilda yozgan «Natural falsafaning matematik asoslari» asarida u o'zidan ilgari o'tgan olimlar, hamda o'zi erishgan ilmiy natijalarni umumlashtirgan va klassik mexanikaning asosi bo'lgan Yer va Osmon mexanikasi tizimini yaratdi, ya'ni dinamikaning uchta asosiy qonunini taklif qildi. Ular klassik mexanikaning asosini tashkil etadi.

Har qanday jism, harakatda bo'lishi yoki tinch turishidan qat'iy nazar, u yakka emas. Ilgarilanma harakat qiluvchi jismga boshqa jismlar ta'sir qilmasa (yoki jismlar ta'siri kompensatsiyalansa) jismning tezligi o'zgarmaydi. Jism tezligining o'zgarmas bo'lib saqlanish hodisasi inersiya hodisasi deyiladi. Jismlarga ko'rsatiladigan tashqi ta'sirlar muvozanatlashganda jismlar o'zgarmas tezlik bilan harakat qiladigan sanoq sistemalari inersial sanoq sistemalari (ISS) deyiladi. Nyutonning birinchi qonunini inersiya qonuni deb ataladi. ISS larida jismlar o'z tezligini o'zgartirmaydi, ya'ni $\vec{F} = 0$ bo'lsa,

$$\vec{g} = 0 \text{ yoki } \vec{g} = \text{const} \quad (1)$$

bo'ladi.

Jismning boshqa jismlar ta'siridagi harakati o'rganilayotganda jism tezligining o'zgarishini kuch bilan xarakterlaydi. O'zgarmas massali jismning kuch ta'siridan olgan tezlanishi kuchga to'g'ri proporsional:

$$\vec{a} \sim \vec{F}. \quad (2)$$

Jismlarning o'zgarmas kuch ta'sirida olgan tezlanishi ularning massalariga teskari proporsionaldir:

$$a \sim \frac{1}{m}. \quad (3)$$

Jismga ta'sir etuvchi kuch jismning massasi bilan uning shu kuch ta'sirida olgan tezlanishining ko'paytmasiga teng.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \text{ yoki } \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}. \quad (4)$$

(4) ifoda kuch, massa va tezlanish orasidagi bog'lanishni ifodalaydi. Bu yerda m – jismning massasi. Massa jismning inertlik o'lchovi. F – kuch, fizik kattalik bo'lib, jismlarning o'zaro ta'sirini xarakterlaydi. Jismlarning tezligi $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{c}$

yorug'lik tezligidan ancha kichik tezliklarda $m = \frac{\vec{F}}{\vec{a}}$ bu nisbat o'zgarmas bo'ladi. (4) formula Nyutonning ikkinchi qonuni bo'lib, uni quyidagicha ham yozish mumkin:

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{g}}{dt}. \quad (5)$$

Massa materiyaning inersion va gravitatsion xususiyatlarini belgilaydi. Gravitatsion o'zaro ta'sirlashuvning o'lchovi sifatida m_{gr} va inertlik o'lchovi sifatida

inert massa m_{in} tushunchasi kiritilgan. Hozirgi vaqtda gravitatsion va inersion massalarning ekvivalentligi 10^{-12} gacha aniqlashilgan.

Jismlarning bir-biriga ta'siri o'zaro ta'sirdir. Ikki jismning o'zaro ta'sir kuchlari miqdor jihatdan teng va bir to'g'ri chiziq bo'ylab qarama-qarshi tomonga yo'nalgan:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad (6)$$

Bunda $\vec{F}_1$ va $\vec{F}_2$ —ta'sir va aks ta'sir kuchlari. (6) ifoda Nyutonning uchinchi qonunini xarakterlaydi. (6) ifodaga Nyutonning ikkinchi qonunidan $F_1 = m_1 a_1$ va $F_2 = m_2 a_2$ larni qo'ysak, u holda

$$\frac{m_1}{m_2} = -\frac{a_2}{a_1} \quad (7)$$

hosil qilamiz. (7) tenglamaning o'ng tomonidan surat va maxrajdan t vaqtga ko'paytirilsa

$$\frac{m_1}{m_2} = -\frac{a_2 \cdot t}{a_1 \cdot t} \quad (8)$$

hosil bo'ladi. Bunda $\mathcal{G}_1 = a_1 t$ va $\mathcal{G}_2 = a_2 t$ birinchi va ikkinchi jism tezliklaridir

$$\frac{m_1}{m_2} = -\frac{\mathcal{G}_2}{\mathcal{G}_1} \text{ yoki } m_1 \mathcal{G}_1 = -m_2 \mathcal{G}_2. \quad (9)$$

Jismlarning kuch ta'sirida olgan impulslari teng va qarama-qarshi yo'nalgandir. Impulsning saqlanish qonuni reaktiv harakatlarda qo'llaniladi.

Jismlarning harakati sanoq sistemalariga (SS) nisbatan aniqlanadi. SS ixtiyoriy ravishda tanlab olinadi. U kuzatish va hisoblashning oson bo'lishini ko'zlab tanlanadi.

G.Galiley klassik mexanikaning shakllanishida alohida o'rin egallaydi. U harakatning nisbiylik g'oyasini ilgari surgan. Galileyning nisbiylik prinsipi barcha inersial sanoq sistemalar (ISS) uchun o'zgarasidir. Misol uchun, Nyutonning ikkinchi qonuni biror K ISS uchun bajarilsa, shu sanoq sistemasiga nisbatan o'zgaras tezlik bilan harakat qilayotgan K' sistema uchun ham bajariladi. Bir inersial sistemadan ikkinchisiga o'tganda dinamika qonunlari o'zgaras bo'lar ekan. Bir-biriga nisbatan ilgarilanma, to'g'ri chiziqli va tekis harakatlanayotgan barcha sistemalarda, hamma mexanik hodisalar bir xilda sodir bo'ladi. Mexanik tajribalar yordamida ISS ning tinch turganligi yoki to'g'ri chiziqli tekis harakatlanayotganligini aniqlab bo'lmaydi. Bu prinsip Galileyning nisbiylik prinsipi deyiladi. Klassik mexanikada nisbiylik prinsipi faqat mexanik qonunlari uchungina ta'kidlanadi. Istalgan fizik qonunlarni ifodalovchi tenglamalar bir ISS dan boshqasiga almashtiruvchilarga nisbatan invariantdir.

Tezlanuvchan harakat kuch ta'sirida bo'lishi mumkin. Masalan, olmaning Yerga tushishi butun olam tortishish qonunining yaratilishiga sabab bo'ldi. I.Nyutonda olmaning Yerga tushishiga majbur qiluvchi kuch Yerning yo'ldoshi bo'lgan Oyning Yerga tortilishga majbur qiluvchi kuchga o'xshash degan g'oya paydo bo'ldi. Yerdan Oygacha bo'lgan masofani va uning tezligini bilgan holda Nyuton Oy uchun $\frac{g^2}{R}$ kattalikni hisobladi.

Yerdan oygacha bo'lgan masofa $r_{Yer-Oy} = 384000 km = 384 \cdot 10^6 m = 60 R_{Yer}$. Bu yerda $R_{Yer} = 6,4 \cdot 10^6 m$ —Yerning

radiusi. Bunda Oyning Yerga nisbatan tezlanishi $g_{oy} = \frac{g^2}{R} = \frac{4\pi^2}{T^2} R$ bo'ladi. Bu yerda T —Oyning Yer atrofidan aylanishi uchun ketgan vaqt bo'lib, u 27,3 sutkaga teng. U holda

$$g_{oy} = \frac{4\pi^2}{T^2} R = \frac{4 \cdot (3,14)^2}{(27,3 \cdot \text{sutka})^2} 60 \cdot R_{yer} = \frac{4 \cdot 9,8696}{(273 \cdot 86400)^2} = 60 \cdot 6,4 \cdot 10^{-6} = 2,73 \cdot 10^{-3} \frac{m}{c^2}.$$

Oyning tezlanishi Yer sirtida jism olgan $9,8 \frac{m}{s^2}$ tezlanishdan 3600 marta kichik

ekan, ya'ni $\frac{g_{yer}}{g_{oy}} = \frac{r^2}{R_{yer}^2} = \frac{(60R_{yer})^2}{R_{yer}^2} = 3600$ marta.

Demak, Yer atrofidan aylanayotgan yo'ldosh sirtida tortish kuchi hosil qilgan tezlanish Yer markazigacha bo'lgan masofaning kvadratlariga teskari proporsional ekan,—degan g'oya uning fikrini qamrab olgan edi. Ikkita m va M massali jismlar orasida tortishish kuchi

$$F = G \frac{mM}{R^2} \quad (10)$$

Ko'rinishida ifodaladi. Bu yerda R —jismlar orasidagi masofa $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$ —

butun olam tortishish doimiysi deyiladi. Nyuton G ning qiymatini hisoblash uchun Yerning hajmini va uning o'rtacha zichligini e'tiborga olgan holda G —ning qiymati quyidagicha aniqlangan. (10) formulani Yer sirtida joylashgan m massasi jismga tadbiq etamiz. Unga ta'sir etuvchi kuch

$$F = G \frac{m \cdot M_{yer}}{R_{yer}^2}. \quad (11)$$

Butun olam tortishish kuchi o'zi ta'sir qilayotgan jismlar massasiga proporsional bo'lgani uchun barcha xil jismlarga bir xil tezlanish beradi, ya'ni $a = g$. Unda

$$F = mg \quad (12)$$

(11) va (12) ifodalarni tenglashtirib olamiz.

$$G \frac{mM_{yer}}{R_{yer}^2} = mg \quad (13)$$

$$G = \frac{gR_{yer}^2}{M_{yer}} \quad (14)$$

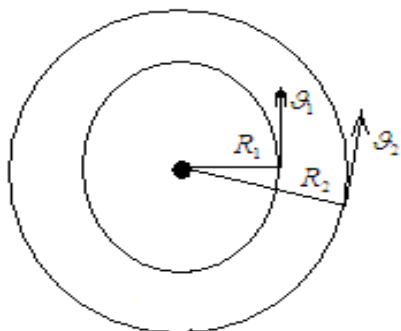
Bu yerda R_{ep} —ning radiusi va uning M_{yer} —massasi. (14) ifodaga asosan G —ni aniqlash mumkin. Aksincha, G —ning kuchga to'g'ri proporsional ekanligini e'tiborga olib (15) ifodadan Yerning massasini aniqlash mumkin:

$$M_{yer} = \frac{gR_{yer}^2}{G}. \quad (15)$$

Xuddi shu kabi, Yerning markazga intilma tezlanish va Yerdan Quyoshgacha masofa ma'lum bo'lsa, Quyoshning massasini topish mumkin.

Birinchi bo'lib, 1797 yilda ingliz fizigi G.Kavendish G ning qiymatini tajriba yo'li bilan aniqlagan.

Barcha sayyoralar Yer atrofida emas, balki Quyosh atrofida harakatlanadi. I.Kepler bunday gipotezaning tasdig'i asosida o'zining uchta qonunini bayon qildi va sayyoralarning samoviy harakatini to'liq tavsiflab berdi.



1-rasm.

I.Keplerning uchinchi qonuni quyidagicha ta'riflanadi. Sayyoralarning quyosh atrofida aylanish davrlarining kvadratlari nisbati, orbita ellips katta yarim o'qlarining kublari nisbati kabi bo'ladi:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}, \quad (16)$$

Bunda R_1 va R_2 sayyoralar ellipslarning katta yarim o'qlari, T_1 va T_2 —aylanish davrlari.

Nyuton qonunlaridan Keplerning uchinchi qonuni quyidagicha keltirib chiqariladi. Jism g_1 tezlik bilan (1-rasm) aylana bo'ylab harakatlanayapti va uning markazga intilma tezlanishi

$$a_1 = \frac{4\pi^2}{T_1^2} R_1 \quad (17)$$

teng bo'ladi. Nyutonning ikkinchi qonuni (1-rasm) ga binoan

$$F_1 = m_1 a_1 \quad (18)$$

bo'ladi. (17) ifodani (18) ifodaga keltirib qo'yamiz va quyidagini hosil qilamiz:

$$F_1 = m_1 a_1 = m_1 \left(\frac{4\pi^2}{T_1^2} \cdot R_1 \right) \quad (19)$$

Butun olam tortishish qonunini (19) ifoda bilan tenglashtiramiz:

$$G \frac{mM}{R_1^2} = \frac{m4\pi^2}{T_1^2} R_1 \text{ yoki } G \frac{M}{4\pi^2} = \frac{R_1^3}{T_1^2} \quad (20)$$

$$G \frac{M}{4\pi^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2} \quad (21)$$

Shu fikrlashlardan foydalanib Kepler qonunlarini umumlashtirish mumkin.

	$a = \frac{p_3 K + \kappa p_1}{2}$ $p_3 O = O P_1$	Har bir sayyora ellips boylab Quyosh atrofida aylanadi va ellipsning fokuslarining birida Quyosh turadi.
	$P_1 P_2 = P_3 P_4$ $g_n = g_o \sqrt{\frac{1+e}{1-e}}$ $g_a = g_o \sqrt{\frac{1-e}{1+e}}$	Sayyoralarning radius vektorlari teng vaqtlarda teng yuzalarni chizadi.

	$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}$	Sayyoralarning Quyosh atrofida yulduzlarga nisbatan aylanish davlari kvadrlarining nisbati orbitalari katta yarim o'qlarining kublari nisbatiga teng.
--	---	---

2–rasm.

(20) va (21) tenglamalarni tenglashtirib

$$\frac{R_1^3}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{T_2^2} \text{ yoki } \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^3 = \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 \quad (22)$$

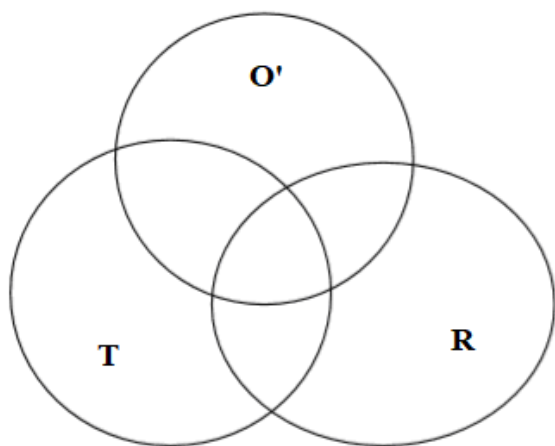
(22) ifoda Keplerning uchinchi qonunini ifodalaydi.

Tabiat haqidagi fizikaviy tasavvurlar fanning rivojlanishi bilan aniqlashtiriladi. Shuning uchun har qanday olamning fizik manzarasi Olamning mexanik manzarasi (OMM), Olamning elektrodinamik manzarasi (OEDM), Olamning kvanto maydon manzarasi (OKMM) tabiat haqidagi tasavvurlarimizning rivojlanishi, bir–biri bilan almashuvi, tiklanishi va yaratilish jarayonidir. Barcha fizik bilimlarni rivojlanish tarixi ko‘pincha Olamning fizik manzarasi (OFM) evolyusiyasi rivojlanib, aniqlashtirilgan hamda yangisi bilan almashishida namoyon bo‘ladi. Shunday qilib, Nyuton mexanik prinsiplarning to‘liq sistemasini mustahkam va ko‘rkam binosini qurdi.

KIMYO TA'LIMINING VAZIFALARI VA MAQSADLARI

G.Q. Tursunova
(Qarshi MII)

Kimyoviy ta'lim jarayonida (o'rta va oliy maktablarda) uning uchlik vazifasi amalga oshiriladi: o'qitish (O'), tarbiyalash (T) va rivojlantirish (R), 1–sxema bilan ifodalanishi mumkin.



1–sxema. Kimyoviy ta'limning uchlik funksiyasi.

natijasidir.

Kimyoviy ta'lim o'quvchilarni ta'lim, tarbiyalash va rivojlantirish jarayonlarining yaxlitligi sifatida nisbatan mustaqil vazifalarning uch guruhini hal qilishni o'z ichiga oladi. Ular:

Ta'lim – hayotga, mehnatga va kasbiy tayyorgarlikka tayyorgarlik ko'rish uchun zarur bo'lgan tizimlashtirilgan ilmiy kimyoviy bilimlarni, mavzu bo'yicha ko'nikmalar va harakatlarni, ijodiy faoliyat tajribasini va kimyo faniga va kimyo ta'limiga bo'lgan qadriyat munosabatlarini shakllantirish va o'zlashtirish jarayoni va

O'quv jarayonida kimyo fanini o'rganish va kimyo fanlari, ixtisosliklari va kimyoviy ta'limga ongli ravishda tanlash uchun zarur bo'lgan kimyoviy bilimlar, mavzu ko'nikmalari va harakatlar, malakalar va qadriyatlar munosabatlarini shakllantirish bilan bog'liq kognitiv vazifalar hal qilinadi. Ish va hayotga tayyorgarlik ko'rish uchun qo'shimcha ta'lim sohasi hisoblanadi.

Tarbiya – boshqa xarakterdagi muammolarni, aksiologik va boshqa vazifalarni hal qilish orqali shaxsning ma'naviy, axloqiy, ijtimoiy–iqtisodiy va madaniy xususiyatlarini maqsadli shakllantirish jarayonidir. Buning natijasida ijtimoiy va madaniy jihatdan rivojlangan shaxs shakllanadi.

Kimyoviy ta'limning tarbiyaviy vazifasi turli yo'llar bilan, xususan, yosh avlodda ilmiy dunyoqarashni shakllantirish usuli bilan amalga oshiriladi.

Ilmiy dunyoqarash – bu umumlashtirilgan qarashlar tizimi (ob'ektiv dunyo va undagi kimyoviy ob'ektlarning o'rni), e'tiqodlar, bilish va faoliyat tamoyillari. Ilmiy dunyoqarashning shakllanishi ko'p bosqichli xususiyatga ega. Quyidagi bosqichlarni ajratib ko'rsatish maqsadga muvofiqdir.

1. Ayrim dunyoqarash g'oyalari, qoidalari, tushunchalarini (sifat va miqdor, qarama–qarshilik, materiyaning buzilmasligi, energiyani saqlash) hisobga olish bilan bog'liq bo'lgan tayyorgarlik bosqichi.

2. Shakllantirish bosqichi esa quyidagi muhim vazifalarni hal qiladi: 1) harakatning kimyoviy shakliga oid misollar yordamida materiya harakati shakllari haqidagi dunyoqarash qoidalari ochib berish; 2) kimyoviy o'quv materialida universal aloqa va o'zaro ta'sirlar haqidagi dunyoqarash g'oyalari tushunishni chuqurlashtirish; 3) dunyoqarash g'oyalari va tushunchalarini umumlashtirishning tabiiy ilmiy va falsafiy darajalariga o'tkazish.

3. O'quvchilarning moddaning kimyoviy va boshqa harakat shakllari haqidagi kimyoviy bilimlarini metodik sintez orqali tizimlashtirish va birlashtirish bilan bog'liq yakuniy bosqich.

RIVOJLANTIRISH–bu shaxsning psixofiziologik va intellektual sifatlarini maqsadli ravishda o'zgartirish jarayoni bo'lib, ular quyidagilarni o'z ichiga oladi: idrok, xotira, tasavvur, tafakkur, motivlar, ehtiyojlar, his–tuyg'ular, iroda, mustaqillik, kognitiv qiziqishlar, moyillik, ijodkorlik va boshqalar.

Rivojlanish jarayonida motivatsion–talab qilingan sohani shakllantirish, mustaqillik, ijodiy faoliyat, ta'lim va tadqiqot, dizayn, innovatsiya va boshqa muammolarni hal qilish orqali shaxsning psixofizik, intellektual va boshqa xususiyatlarining o'zgarishi sodir bo'ladi.

Kimyoviy ta'limni rivojlantirishning qanday tamoyillari, didaktik usullari, vositalari va shartlaridan muvaffaqiyatli foydalanish mumkin?

Kimyoviy ta'limning rivojlanishi shaxsning psixofiziologik va intellektual fazilatlarini o'zgartirishga, bilimlarni mustaqil ravishda egallashga, metasub'ekt va sub'ektlararo ko'nikmalarni, faol aqliy faoliyatga asoslangan ijodiy harakatlar tajribasini rivojlantirishga qaratilgan o'quvchi–talabalarning faoliyati hisoblanadi.

Kimyoviy ta'limni rivojlantirishning eng muhim tamoyillari:

1) kimyoviy–ta'lim jarayonini o'quvchi–talabalar uchun qiyin, ammo mavjud darajada qurish;

- 2) o'quv materialini talabalar uchun tez, ammo maqbul sur'atda o'rganish;
- 3) nazariy bilim va o'quv materialining optimal nisbati;
- 4) o'quvchi–talabalar tomonidan kimyoviy bilimlarni va universal ta'lim faoliyatining shaxsiy usullarini ongli ravishda o'zlashtirish;
- 5) o'quv jarayonini optimallashtirishda o'quvchi–talabalarning faol ishtiroki.

O'quv amaliyotida qo'llaniladigan kimyoviy ta'limni rivojlantirishning eng maqbul didaktik usullari quyidagilardir:

- to'liq, tizimli va mustahkam kimyoviy bilimlarni shakllantirish;
- o'quvchilar tomonidan aqliy harakatlarning tahlil, sintez, taqqoslash, qiyoslash, konkretlashtirish, mavhumlashtirish, umumlashtirish, tizimlashtirish, birlashtirish kabi universal usullarini o'zlashtirish;
- shaxsiy harakat usullarini shakllantirish (bilimlarning fanlararo va fanlararo integratsiyasini amalga oshirish uchun),
- kimyo o'qitishning faol usullaridan keng foydalanish;
- xilma–xil va optimal ta'lim vositalaridan foydalanish.

Hozirgi bosqichda kimyoviy ta'limni rivojlantirishning eng muhim didaktik vositalari:

- o'quvchilarning rivojlanishini ta'minlaydigan kimyoviy tarkibning maxsus tizimi;
- turli darajadagi kimyoviy bilimlarni umumlashtirishni ta'minlaydigan tarkibni tanlash;
- kimyoviy bilimlar va fan ko'nikmalari/harakatlarini tizimli nazorat qilish va hisobga olish;
- mustaqil ish turlarining xilma–xilligi va farqlanishi;
- kimyo o'qitishda muammoli vaziyatlarni amalga oshirish.

Zamonaviy kimyo darsida hisobga olinadigan kimyo ta'limini rivojlantirishning asosiy didaktik shartlari:

- 1) ta'lim mazmunini maxsus didaktik qayta ishlash;
- 2) kimyoviy–ta'lim jarayonining zamonaviy texnologiyalari, xususan, axborot–kommunikatsiya texnologiyalari (AKT);
- 3) har bir o'quvchi–talabaning psixofizik, intellektual va yosh imkoniyatlarini chuqur bilish va hisobga olish.

Nimani va qanday qilib o'rgatish (o'rganish) masalasini hal qilishdan oldin, savolga javob berish kerak: nima uchun o'rgatish (o'rganish), ya'ni kimyoviy ta'limning maqsadlarini (kimyo o'qitish maqsadlari, kimyoviy ta'lim jarayonida ta'lim va rivojlanish maqsadlarini) aniqlash kerak. Kimyoviy ta'limning maqsadlari kimyoviy ta'limning kutilayotgan natijalari bo'lib, unga erishish kimyoni o'rganish jarayonida o'qituvchi va talabalarning yaxlit o'zaro ta'siriga qaratilgan.

O'rta maktabda kimyoviy ta'limning asosiy maqsadi kimyoviy savodxon, ijtimoiy va madaniy jihatdan rivojlangan, kasbiy tayyorgarlikka qadar bo'lgan, keyingi kimyoviy ta'lim va o'z–o'zini tarbiyalashga, shuningdek, kasbiy va ixtisoslashtirishga tayyor shaxsni shakllantirishdir. E'tibor bering, kasbiylashtirish –muayyan faoliyat turini amalga oshirish uchun zarur bo'lgan aniq bilim, ko'nikma, harakatlar va qiymat munosabatlarini o'zlashtirish jarayoni va natijasidir. Maqsadlarning uchta guruhi

mavjud (o'qitish, ta'lim va rivojlanish). Kimyoviy ta'lim maqsadlarining quyidagi asosiy darajalari mavjud:

- o'rta maktabda kimyoviy ta'limning maqsadlari;
- asosiy maktabda kimyoviy ta'limning maqsadlari;
- kimyoning ba'zi bo'limlarini o'rganish maqsadlari (masalan, 10–sinfdan);
- eng muhim mavzularni o'rganish maqsadlari (masalan, 9–sinfdan);
- kimyo darsining aniq mavzusini o'rganish maqsadlari;
- kimyodan sinfdan tashqari (yoki ixtiyoriy) darslarning maqsadlari.

O'rta maktabda kimyoni asosiy darajada o'rganish ekanligini tushuntirib quyidagi maqsadlarga erishishga qaratilgan:

–dunyoning tabiiy–ilmiy tasvirining kimyoviy tarkibiy qismi, eng muhim kimyoviy tushunchalar, qonunlar va nazariyalar haqidagi bilimlarni o'zlashtirish;

–turli xil kimyoviy hodisalar va moddalarning xossalari tushuntirish uchun olingan bilimlarni qo'llash, zamonaviy texnologiyalarni ishlab chiqish va yangi materiallar olishda kimyoning rolini baholash ko'nikmalarini egallash;

–turli axborot manbalaridan, shu jumladan kompyuter manbalaridan foydalangan holda kimyoviy bilimlarni mustaqil egallash jarayonida kognitiv qiziqishlar va intellektual qobiliyatlarni rivojlantirish;

–kimyoning zamonaviy jamiyat hayotidagi ijobiy roliga, o'z salomatligi va atrof–muhitga kimyoviy jihatdan malakali munosabatda bo'lish zarurligiga ishonchni rivojlantirish;

–moddalar va materiallardan kundalik hayotda, qishloq xo'jaligi va ishlab chiqarishda xavfsiz foydalanish, kundalik hayotda amaliy masalalarni hal etish, inson salomatligi va atrof–muhitga zarar etkazuvchi hodisalarning oldini olish bo'yicha olingan bilim va ko'nikmalarni qo'llash.

Kimyo o'qituvchisi ta'lim jarayonining barcha bosqichlarida ta'lim maqsadlarini shakllantirishga qodir bo'lishi kerak. Shuning uchun talaba darslarning maqsadlarini shakllantirishni o'rganishi kerak (ayniqsa, bo'lajak kimyo o'qituvchisini didaktik tayyorlash jarayonida). Mana o'qituvchi uchun "Kimyo darslarining maqsadlari" eslatmasi (1–jadval).

1–jadval.

Kimyo darslarining maqsadlari

Maqsadlar guruhlari	So'z birikmalariga misollar
Ta'lim (kognitiv)	–dars davomida quyidagi asosiy kimyoviy tushunchalarni (kimyo fanining qonunlari, nazariyalari, usullari, kimyo tili) hamda ilmiy faktlarni o'zlashtirishni (o'rganish, mustahkamlash) ta'minlash; –quyidagi universal ta'lim ko'nikmalarini shakllantirish, shakllantirishni davom ettirish, mustahkamlash, qo'llash va ko'nikmalar (javobni rejalashtirish, kitob bilan ishlash, tez sur'atda o'qish va yozish, matnni tinglash va o'qishda ma'lumot olish) va boshqalar.

O'qituvchilar (ta'lim)	–dars davomida quyidagi dunyoqarash g'oyalarini amalga oshirish uchun universal ta'lim faoliyatini shakllantirishga hissa qo'shish: 1)atrofdagi dunyoning ob'ektivligi va haqiqati, 2)hodisalar o'rtasidagi sabab va boshqa munosabatlar, 3)tabiat va jamiyatda o'zgarishlar va rivojlanishning uzluksizligi. 4)kimyo fanining rivojlanishining ishlab chiqarish, turmush va kundalik turmush ehtiyojlarining shartliligi, 5)ilmiy bilimlarning haqiqati va tabiat qonunlari; –dunyoning ilmiy (kimyoviy) manzarasini shakllantirishni davom ettirish; –quyidagi masalalarga e'tibor qaratgan holda axloqiy– tarbiya berish; –o'quvchilar bilan mehnat (estetik, iqtisodiy, valeologik va boshqalar) tarbiyasini rivojlantirish.
Rivojlanaётgan ta'lim (diqqat, xotira, fikrlash, tasavvur, iroda, his–tuyg'ular, motivlar, kognitiv qiziqishlar, moyillik, qobiliyat ehtiёjlarni rivojlantirish)	–talabalarda o'rganilayotgan materialdagi asosiy, muhim narsalarni ajratib ko'rsatish, taqqoslash, umumlashtirish, tizimlashtirish, o'z fikrlarini ixcham va mantiqiy ifodalash uchun universal o'quv ko'nikmalarini rivojlantirish; –talabalarining mustaqilligi va irodasini rivojlantirish, buning uchun muammoli vaziyatlar, ijodiy topshiriqlar, muhokamalar, o'z–o'zidan topshiriqlar tuzish, atrofdagi hayotdan o'z misollarini topish, muammolarni hal qilishda qat'iyatlilikni rag'batlantirish, yordam berishda vasiylikni bartaraf etish; –darsda hissiy va motivasion vaziyatlarni yaratish (ajablanish, quvonch, do'stga yordam berish istagi, kulgili, paradoksal, hamdardlik), yorqin misollar, his–tuyg'ularga ta'sir qiluvchi illyustrasiyalar yordamida o'quvchilarning his–tuyg'ulari va motivlarini rivojlantirish; –o'yin vaziyatlari, o'quv munozaralari, tashqi dunyoda o'rganilayotgan kimyoviy ob'ektlardan foydalanish to'g'risidagi ma'lumotlardan, kimyo fani va texnikasi yangiliklaridan foydalangan holda o'quvchilarning qobiliyatlari, moyilliklari, kognitiv qiziqishlari, motivlari va ehtiyojlarini rivojlantirish.

Maqsadlarning har bir guruhida (o'qitish, ta'lim yoki rivojlanish) maqsadlar umumiy va shaxsiy maqsadlarga bo'linadi. Shaxsiy maqsadlar vazifalar (o'qitish, ta'lim va rivojlanish) deb ataladi. Keling, maqsad va vazifalarga misollar keltiraylik.

Kimyo o'qitishning umumiy maqsadlari:

1)talabalarining kimyo fanining asoslari, uni bilish usullari, kimyoviy texnologiyaning ilmiy asoslari, ekologiyaning kimyoviy asoslari va sog'lom turmush tarzi haqidagi bilimlarini shakllantirish;

2)tabiatda, ishlab chiqarishda, laboratoriyalarda, tirik organizmlarda, kundalik hayotda sodir bo'ladigan kimyoviy hodisalarni tushuntira olish;

3)qadriyat munosabatlari: kimyo fani, kimyo ta'limi, kimyo ishlab chiqarish, ma'naviy va moddiy madaniyat, tabiat, inson, salomatlik.

Kimyo o'qitishning vazifalari:

1)talabalarda aniq kimyoviy bilimlarni, tushunchalarni, kimyoviy reaksiyalarning qonuniyatlarini shakllantirish;

2)kislotalar, ishqorlar va boshqa moddalar, laboratoriya jihozlari, isitish moslamalari, Kipp apparati, gazometr, o'lchash asboblari bilan ishlash bo'yicha amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish, oddiy kimyoviy tajribalar o'tkazish, xavfsizlik qoidalariga rioya qilish, tipik kimyoviy masalalarni echish va tuzish, loyihalash. turli modellar, qurilmalar, sxemalar, o'rnatishlar;

3)kimyoviy ob'ektlarga qadriyat munosabatlarini tarbiyalash.

Ta'limning umumiy maqsadlari:

- talabalarda ilmiy dunyoqarashni tarbiyalash,
- dunyoning kimyoviy rasmini shakllantirish,
- tabiatga mas'uliyatli va ehtiyotkor munosabatni shakllantirish;
- energiya resurslariga tejamkor munosabatni tarbiyalash;
- axloqiy va axloqiy me'yorlar va xulq-atvor qoidalarini tarbiyalash;
- insonparvarlik, mehnatsevarlik, go'zallik tuyg'usini shakllantirish va hokazo.

Ta'limning vazifalari:

kimyoviy ob'ektlarning xilma-xilligi va yaxlitligi tushunchasini shakllantirish (o'ziga xos kimyoviy elementlar, moddalar, kimyoviy reaksiyalar)

kimyoviy ob'ektlarning boshqa (biologik, fizik va hokazo) ob'ektlar bilan yaqin aloqasi tushunchasini ishlab chiqish;

"tabiat-jamiat-inson" tizimining yaxlitligi va dunyoning yagona ilmiy manzarasi haqidagi dunyoqarash g'oyalarini shakllantirishdan iborat.

FREYM METODI VA UNI FIZIKANI O'QITISHDAGI O'RNI.

O.Q. Quvondiqov¹, A.A. Bahromova²

¹Samarqand Davlat Universiteti

²TKTI Shahrisabz filiali

Freym – (inglizcha framework- karkas) kvadrat stereotip holatlarni ifodalash uchun standart vaziyat yoki struktura.

Ushbu freym metodi – ko'plab mavzular va bo'limlarga sxematik yoki grafik shaklda kiritilgan va shuning uchun universal va stereotipik xususiyatlarga ega bo'lgan o'quv materialining asosiy g'oyasi asosidagi ramka, ramka va matritsa tuzilmasi. Freym sxemalari yangi avlodni yuqori darajali umumlashtirish yordamini aks ettiradi. Kadrlarning sxemasi katta quvvatga ega, chunki uning qurilish tamoyili stereotipik algoritmdir. Ularning soni boshqa birliklarda hisobga olinishi uchun boshqa turdagi qo'llab quvvatlovchilarga ustunlik beradi.

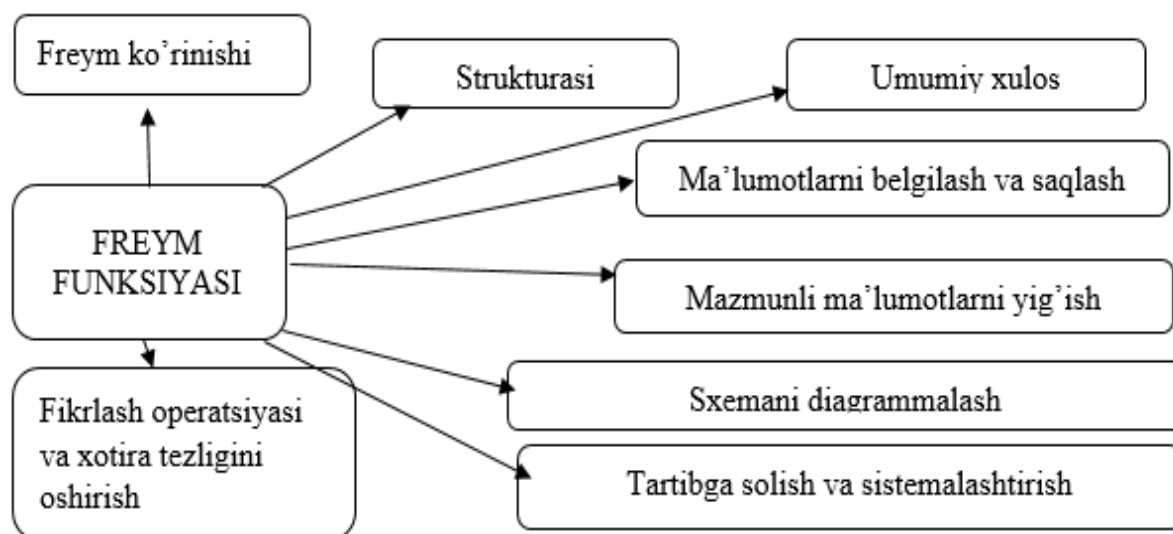
Axborotni tashkil etishga yo'naltirilgan yondashuvning mohiyati o'quv materialining semantik siqilishidir. Semantik siqilishning o'ziga xosligi shundaki, u bir vaqtning o'zida ikkita jarayonni o'z ichiga oladi: axborotni bevosita kesib tashlash va

tushirilgan ma'lumotlarni ramzlar shaklida ifodalash. Ma'lumotni qisqartirishni o'rganish zarurati bugungi kunda hech kim tomonidan uyg'un emas va u bahs munozara qilinmaydi, chunki uning o'qitish metodologiyasida o'qitish salohiyati juda yuqori va hali chegaraga yetmagan. Uning murakkabligi shundan iboratki, bir freym formatidagi axborotni yo'q qilish jarayoni, birinchi navbatda, matnning asosiy mazmunini yuqori darajada tushunish, ikkinchidan, taqdimotning mavhum shaklini egallash va uchinchi, siqilgan ma'lumotni belgilari, va sxemalari hisoblanadi.

Freym metodi algoritm belgi yoki shakl ko'rinishida yig'ilgan ma'lumotlarni o'z ichiga oladi, o'quvchi fizik formula va teoremlarni Freym algoritm belgi yoki shakl sifatida ifodalab, fizikaviy masalalarni qiziqarli darajada yechishi mumkin. Bunday usulni qo'llash orqali o'qituvchilar talabalarni faqatgina eng ibtidoiy fikrlash darajasini – reproduktiv yaratishni – asl mazmuni (darslikning paragrafi) uning mazmunini tushunmasdan iloji boricha aniq qilib yaratadi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, kitob bilan ishlashning samarali usuli kvadratga asoslangan yondashuv yordamida amalga oshiriladigan bilimlarni tuzishdir.

Shunday qilib, nazariya parvarishning asosiy eng katta “bo'lagi” sifatida ajratiladi. Keyin nazariyaning elementlariga amal qilinadi. Nazariyaning birinchi elementi nazariyaning asosi bo'lgan ilmiy tushunchalardir. Nazariyaning ikkinchi elementi nazariyaning asosiy qismini tashkil etadigan asosiy qonunlardir. Nazariyaning uchinchi qismi – qonunlarning amaliy tatbiqi. Ta'lim materiallarining batafsil tuzilishi bilan, hodisalar va jarayonlarni tarkibiy elementlar sifatida aniqlash mumkin farazlar, modda tarkibiy elementlar, postulatlar, qoidalar, asboblari, mashinalar- uskunalar, vazifalar va qonunlarni amaliy qo'llash. Bular darslikdagi barcha bilimlar aralashtiriladi, shuning uchun o'quv materiallari “qovurg'a” deb qabul qilinadi va xotirada saqlanmaydi. Shuning uchun, o'rganilayotgan axborot strukturasining semantik elementlari sifatida, sub'ektlar va ularning tafsiflariga mos keladigan matnning o'ziga xos semantik birliklarini tanlaydi. Muallif o'quvchilar bilan o'quv materiallarini shakllantirishga moslashtirish kerak. Odatda, mavzu, bob, bo'lim yoki butun darslikning materiallaridan tuziladi. Talabalar daftarga fenomenning alohida ustunlarida yozishga taklif qilinadilar.

1. Freymning asosiy funksiyasi



Adabiyotlar

1. O.Q. Quvondiqov Fizikani o'qitishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish uslubi.: 2022. b. 170-174
2. M. DJo'rayev Fizika o'qitish metodikasi.: 2015

К ПРИМЕНЕНИЮ ТЕОРЕМЫ КАРНО ПРИ ОПИСАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

С.А. Утаев

Каршинский государственный университет, Физический факультет,
дом-17, улица Кучабег, 180119, город Карши, Узбекистан

Аннотация: в статье рассматриваются физические процессы протекающие в цилиндре поршневого двигателя применением теоремы Карно, рассматривается применение теоремы Карно к изменению термодинамических параметров цилиндрического пространства при работе ДВС.

Аннотация: Мазкур мақолада двигатель цилиндр юз берадиган физик жара- ёнларга Карно теоремасини қўллаш, Карно теоремасининг двигатель цилиндр бўшлиғида термодинамик параметрлар ўзгаришида қўлланилиши кўрилган.

Современная теория поршневых двигателей базируется на фундаментальных закономерностях теплофизики, механики жидкости и газа, что определяет ее основную особенность как научно-технического направления, закономерности которого в большинстве случаев для своего обоснования требуют проведения экспериментальных исследований.

Все методы исследования физических процессов, протекающих в цилиндре поршневого двигателя, условно можно подразделить на три группы: 1- экспериментальные; 2- расчетно-теоретические; 3-комбинированные [1,2].

Цикл Карно- эта выдающаяся работа, заложившая начало термодинамики как науки, является классическим примером того, что потребности общества могут быть мощным импульсом в развитии научных идей и теоретических исследований [1,2].

Термический КПД любого термодинамического цикла:

$$\eta_t^{def} = \frac{q_1 - q_2}{q_1} \quad (1)$$

Для цикла Карно $q_1 = T_{max}(S_2 - S_1)$; $q_2 = T_{min}(S_2 - S_1)$;

Подставляя эти величины в (1), получаем термический КПД цикла Карно:

$$\eta_{tk} = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}} \quad (2)$$

Из (2) вытекают следующие выводы: КПД η_{tk} не зависит от вида рабочего тела и определяется экстремальными значениями температуры цикла, т. е. T_{max} -

источника теплоты и T_{min} - приемника теплоты; КПД η_{tk} тем выше, чем шире интервал значений температуры цикла, т. е. чем больше числовое значение отношения $\frac{T_{min}}{T_{max}}$; $\eta_{tk} = 1$ при $T_{min} = 0$ и $T_{max} = 0$ либо при $T_{min} \neq 0$ и $T_{max} \rightarrow \infty$; термический КПД η_{tk} любого термодинамического цикла в заданном интервале значений температуры не может быть выше КПД η_t .

Последний вывод из (2), известный также как *теорема Карно*, можно доказать с помощью тепловой диаграммы S-T (рис 1.б) [1].

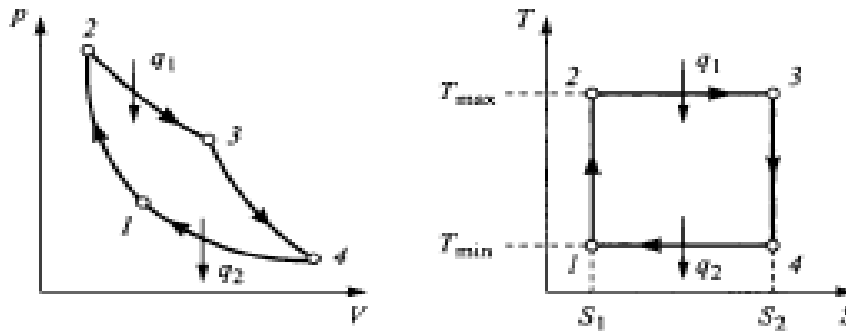


Рис. 1. Рабочая P-V (а) и тепловая S-T (б) диаграммы цикла Карно:
1-2 - процесс адиабатного сжатия; 2-3 - изотермического расширения; 3-4 -
адиабатного расширения; 4-1- изотермического сжатия

Действительно, любой термодинамический цикл, совершаемый в тех же температурных интервалах, что и цикл Карно, изображенный на тепловой диаграмме, занимает меньшую площадь, чем цикл Карно, так как площадь прямоугольника всегда больше площади произвольной геометрической фигуры, помещенной в этих пределах. Поскольку эти площади на диаграмме T-S соответствуют полезной теплоте цикла, то такая простая геометрическая интерпретация вполне приемлема для доказательства теоремы Карно.

Согласно (2) при расширении интервала температур ($T_{min} \dots T_{max}$) увеличивается КПД цикла Карно, причем важно, за счет какой именно температуры цикла происходит это расширение. При изменении температуры T_{max} приращение КПД цикла Карно

$$d\eta_{tk} = \frac{d\eta_{tk}}{dT_{max}} dT_{max}$$

тогда с учетом (2) имеем

$$d\eta_{tk} = \frac{T_{min}}{T_{max}} \frac{dT_{max}}{T_{max}} \quad (3)$$

Аналогично, в случае изменения температуры T_{min} получаем

$$d\eta_{tk} = \frac{T_{min}}{T_{max}} \frac{dT_{min}}{T_{min}} \quad (4)$$

Очевидно, что термический КПД цикла Карно ($d\eta_{tk} > 0$) увеличивается при повышении максимальной температуры ($dT_{max} > 0$) или при понижении минимальной температуры ($dT_{min} < 0$). Сравнивая (3) и (4), видим, что при одинаковых по модулю приращениях максимальной и минимальной температуры изменение отражается на КПД цикла Карно сильнее, чем изменение

T_{max} . Действительно, приращение КПД цикла при изменении температуры T_{min} в T_{max}/T_{min} раз больше, чем при изменении температуры T_{max} , когда $dT_{max} = |dT_{min}|$. Таким образом, в случае изменения температуры T_{max} приращение КПД будет меньше, чем при изменении температуры T_{min} .

Литература

1. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей М.: Из-во МГТУ им. Баумана, 2008. 706 с.
2. Diesel R. Theorie und Konstruktion eines rationellen Wdrmemo-tors zum Ersatz der Dampfmaschine und der heute bekannten Wdrmemotoren. Berlin. Springer-Verlag, 1893. 96 S.
3. Reprintauf-gabe, Dьsseldorf, VDI-Verlag, 1986. 96 s.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТОПЛИВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИХ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Ф.Г. Рахманов

Каршинский государственный университет, Физический факультет,
дом-17, улица Кучабег, 180119, город Карши, Узбекистан

Аннотация: В статье представлен краткий обзор вредного воздействия нефтяных топлив и перспективы применения альтернативных топлив и их физико-химических свойств.

Аннотация: Мақолада нефть маҳсулотлари ёнилғиларидан фойдаланишнинг атроф-муҳитга таъсири ва альтернатив ёнилғиларни қўллаш истиқболлари ҳамда уларнинг физикавий-химиявий хоссалари таҳлили келтирилган.

Основным источником загрязнения атмосферы являются транспортные средства с двигателями внутреннего сгорания. Согласно данным приходится 70-80 % от общего объёма выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Главной причиной низкого уровня продолжительности жизни является отвратительный воздух и «отвратителем» его в последнее время считается не заводы, а автотранспорт. Один автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая при этом с отработанными газами 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеродов. Необходимо отметить, что относительно наносимого экологического ущерба автотранспорт лидирует во всех видах негативного воздействия: загрязнение воздуха - 95%, шум - 49,5%, воздействие на климат - 68%.

В последние несколько десятилетий намечена тенденция поиска и внедрения альтернативных источников энергии. В настоящее время ведётся много разработок, и уже есть случаи внедрения в производство двигателей внутреннего сгорания с использованием альтернативных источников энергии.

Из множества альтернативных источников энергии наибольшее распространение для мобильных агрегатов, особенно для автомобильного транспорта, получило использование газа в сжатом и сжиженном виде. Газ успешно используется на транспортных средствах, оборудованных двигателями с искровым зажиганием. Возможно его использование на дизельных двигателях, которые будут работать по газодизельному циклу.

Обычно к категории «газообразное топливо» относят все горючие газообразные смеси, пригодные для сжигания в двигателе.

Физические и химические свойства различных горючих газов чрезвычайно разнообразны, но только те газы, характеристики которых соответствуют определенному диапазону, могут использоваться в газовых двигателях – в силу их конструкции и принципа работы. Газовые двигатели оптимально настраиваются производителями на тот состав газа, для которого они изначально предназначались. Изменение состава газа, используемого в качестве топлива, особенно превышение указанных в инструкциях предельных значений, может снизить эффективность работы двигателя, который очень чутко реагирует на любое отступление от заложенных характеристик. Элементарный состав газообразного топлива представляет собой смесь газов. Топливо в том виде, в котором оно поступает для сжигания в ДВС, называется рабочим. В Элементарный состав рабочего топлива входят углерод С, водород Н, кислород О, азот N и летучая сера S, а также негорючие минеральные примеси – зола А и влага W.

Таким образом, альтернативные топлива, по своим физико-химическим свойствам не только не уступают, но и по некоторым параметрам превосходят традиционные топлива, в частности по экологическим параметрам, исключение составляют синтетические топлива угольного происхождения.

Оценка эффективности альтернативных топлив, в том числе их экологичности, весьма ориентировочная и требует корректировки с учетом двух обстоятельств.

Во-первых, эффективность применения того или иного вида топлива справедливо оценивать по «полному жизненному циклу», т.е. с учетом их производства, транспортировки и т.д. Такой анализ имеется пока лишь для некоторых случаев, но необходим, поскольку дает наиболее объективную картину. Оказывается, что водород по этому показателю — не самое лучшее топливо, а наиболее предпочтительны виды топлива из возобновляемого растительного сырья.

Во-вторых, следует принять во внимание то обстоятельство, что конструкторы двигателей стремятся наиболее полно использовать достоинства топлив и какими-либо техническими решениями компенсировать их недостатки. В свете такого подхода требуется более детально рассмотреть каждый вид топлива.

Литература

1. Базаров Б.И. Работа поршневых двигателей на альтернативных видах топлива.- Т.: ТАДИ, 2001. -138 с.

2. Базаров Б.И. Газобаллонные транспортные средства и стационарные установки. - Т.: ТАДИ, 2004. -222 с.
3. Козлов В.Б. Основные направления развития разработок по нетрадиционным возобновляемым источникам энергии. -М: 1997 г.

МУНДАРИЖА

Т/р.	Муаллиф ва хаммуаллифлар Ф.И.Ш.	Мавзу номи	Бети
1-ШУЪБА ОПТИКА ВА ЛАЗЕР ФИЗИКАСИ			
1.	Pogorelov Valeriy	Cluster structure and unique water and alcohols properties	3
2.	I. Doroshenko, A. Ziyodov, N. Raimov	Influence of cholesterol on ir spectra of a model lipid membrane	5
3.	I. Doroshenko, B. Kuyliyev, A. Nekboev, J. Parmonov	Conformational analysis of ethanol dimers by quantum-chemical simulation	6
4.	A. Jumabaev, A.A. Absanov, G'.N. Sharifov, Z. Ernazarov	Metil asetat molekulasidagi molekulyar klasterlarni noempirik hisoblashlar yordamida o'rganish	7
5.	И.А.Рахматуллаев, Н.В. Чернега, А.К. Курбонов ³ , Ҳ.З. Ботиров	Нано ва субмикронли биологик структураларда паст частотали комбинацион сочилиш спектрлари	9
6.	М.Х.Давронов, И.А.Рахматуллаев	Морфологические и структурные свойства микро- и наноструктур оксида цинка	11
7.	A.Jumabaev, A.A.Absanov, A.Norqulov, B.Hudayqulov	Noempirik hisoblashlar yordamida atsetilatseton va suv klasterlarida molekulalararo o'zaro ta'sirlarni o'rganish	13
8.	Antonina Naumenko	Capability of spectroscopic characterization for fast screening of multicomponent polymer-based nanocomposites for antitumor therapy	15
9.	Д. Грынъ, А. Науменко, Z. Chovkaeva, Sh. Dilmurodov, A. Kodirov	Проявление структурной изомерии в оптических спектрах водных растворов лекарственных препаратов платины (II)	18
10.	G'. Murodov, U. Xo'jamov, G. Nurmurodova, A. Amonov	Vodorod ftoridning asetaldigid bilan hosil qilgan klasterlarining noemperik hisoblash	21

11.	H.A. Hushvaktov, L.X. Djumanov, U.A. Holikulov	Metil etil ketonning xloroformli eritmalaridagi molekular agregatlarning tuzilishi va ularning raman spektrlari	23
12.	С.Х. Астанов, Г.К. Касимова	Изучение фотостабильности рибофлавина в зависимости от кислотности раствора	26
13.	Л.М.Сабилов, Ф.Р.Исмаилов, Й.Т. Жураев, М.А. Хасанов, А.А. Норжигитов, М.А. Файзуллаев	Температурные и концентрационные зависимости соотношения ландау-плачека в водных растворах 4-метилпиридина	28
14.	Л.М. Сабилов, Д.И. Семенов, Х.С. Хайдаров, Ш.Э. Каршибоев, Ш.А. Кадиров, Н.Ф. Боймаматова	Лазерная спектроскопия рассеяния в водных растворах неэлектролита с особой точкой	30
15.	Sh. Otajonov, B. Eshchanov, D. Xudoyberdiyeva, Sh. Allaqliyeva, Sh. Axmedov	Suyuqlik molekularining tebranma harakat dinamikasi: molekulararo o'zaro ta'sirlashuvni raman spektrlarida namoyon bo'lishi	33
16.	Н.Ф. Бункин, Л.М. Сабилов, В.А. Козлов, Х.С. Хайдаров, Й.Т. Жураев, М.Т. Махамадиев, М.А. Хасанов	Проявление гидрофобности молекул воды на реологические свойства исключённой зоны нафтона	36
17.	Б. Куйлиев, М. Мейлиев, Ж. Хужамбердиева, М. Рахмонова	Квантово-химические расчёты спектры комбинационного рассеяния C-H колебаний низкомолекулярных углеводородов.	38
18.	Т.А. Каримов	Очиқ оптик алоқа тизимлари	40
19.	V.O.Kuvondikov, A.A. Egamberdiyev, G.A. Mirbabayeva, M.D. Mamatqulova	Nanostrukturali C60-ZnO interfeysida rezonansli Raman sochilish spektrlari	42

20.	В.О.Кувондигов, А.А. Эгамбердиев, Г.А.Мирбабаева, М.Д.Маматқулова	Наноструктурали ZnO юпка плёнкасига лазерли отжиг таъсирининг фотолюменисцент спектроскопияси	44
21.	J.N. Xo'jamberdiyeva, I.O. Haqberdiyeva, F.O. Haqberdiyeva	Lazer fizikasining bugungi kundagi o'rni va Xususiyatlari	46
22.	E.O. Satimov, B.X. Eshchanov	Suyuqliklarda molekulalararo o'zaro ta'sirni raman spektroskopiyasi orqali o'rganish	48
2-ШУЪБА КОНДЕНСИРЛАНГАН МУҲИТ ФИЗИКАСИ			
23.	S.Z. Zaynabidinov, A.Y. Boboev	Current transfer mechanism in heterostructures $nGe-p(Ge_2)_{1-x-y}(GaAs)_x(ZnSe)_y$	51
24.	А.Т.Мамадалимов, С.У.Умарова, Н.К.Хакимова, Ж.Н.Хасанов, Ф.Р.Назаров, Д.Э.Хазратов, М.Б.Норбоев	Ингичка толали “Сурхон-14” навли пахта толаларнинг электрўтказувчанлик хоссалари	53
25.	A.Y. Boboev	Current-voltage characteristics features of heterostructures $nGe-p(Ge_2)_{1-x-y}(GaAs)_x(ZnSe)_y$	56
26.	Б.Ж. Назаров, Э.Ю. Тураев	Ярим ўтказгичли материалларда икки электронли манфий корреляцион энергияли ўтишлар.	58
27.	G.Kh. Allayarova, A.K. Tashatov, B. Xurramov	Effect of O_2^+ ion implantation on the elemental and chemical composition of the Si(111) surface	59
28.	G. KH. Allayarova, B.E. Umirzakov, M.O. Jamuratova	Effect of implantation of Ba^+ ions on single- crystal mo and mo with an oxide film MOO_3	60
29.	А.Ш.Раззоков	Морфологические исследования эпитаксиальных слоев твердых растворов $(Ge_2)_{1-x}(ZnSe)_x$, $(GaAs)_{1-x}(ZnSe)_x$	62
30.	Г. Гулямов, Г.М. Дадамирзаев, М. К. Ўктамова	Туннель диодидаги диффузион сиғимни тсу-эсаки моделида ҳамда нотт ва де масс назариясида ўрганиш	63
31.	E.U. Arziqulov, A.D.Nurimov*, U.M.Nasimov	CoreAFM yordamida Ni/SiO ₂ /p-Si gibril strukturasiining sirti morfologiyasini o'rganish	67
32.	Sh. Sh. Fayziyev, Sh.J Kamolova	Turli to'liq uzunliklarini moylarda yutilishi	69

33.	Ш.Ш. Файзиев	Темир боратнинг кристаллик ва магнитли структураси	71
34.	Ш.Б. Ибрагимов, Б.А. Бабажанов, Н.З. Номозова	Механизм электропроводности в соединениях $M_3Ln(VO_4)_2$ на переменном сигнале	73
35.	O.I. Boliyev	Turli yuza faol moddalardan foydalangan holda magnit suyuqliklarning olinishi	76
36.	S.U. Umarova, N.K. Hakimova	Ingichka tolali paxtaning xususiyatlari	77
37.	J.N. Xo'jamberdiyeva, I.O. Haqberdiyeva, F.O. Haqberdiyeva	Kondensirlangan muhitlar xossalari	80
3-ШУЪБА МИКРОЭЛЕКТРОНИКА ВА НАНОЭЛЕКТРОНИКА МАТЕРИАЛЛАРИ; НАНОФОТОНИКА			
38.	К.Н. Зяблук, В.А. Колюбин, А.А. Алтухов, С.А. Афанасьев, В.Н. Пашенцев, Е.М. Тюрин	Исследование процесса поляризации монокристаллического алмазного CVD-детектора	82
39.	В.А. Шепелев, А.А. Алтухов, В.С. Фещенко	Проявление эффектов дифракции в алмазных многоспектральных многоэлементных фотоприёмниках	90
40.	В. А. Кошелев, А. С. Елшин, Е.Д. Мишина	Нелинейная оптическая диагностика тонких плёнок поликристалла цирконата титаната свинца.	97
41.	Ж.Б.Хўжаниёзов, Н.С.Холмирзаев, Б.Э Хайриддинов, Д.Ж. Нурматова	Si(111) нинг турли соҳаларидаги P^+ ва B^+ ионлар имплантациясидан термодатчиклар ишлаб чиқиш	101
42.	М.Т. Нормурадов, Б.Е. Умирзаков, И.Р. Бекпулатов*, И.Х. Турапов, Ш.К. Солиева	Получение пленок $CoSi_2/SiO_2$ на поверхности кремния методом лазерного напыления	104
43.	Д.А.Нормурадов, С. Эшбобоев, И. Дониёрова, А. Кодиров	Формирование пленочных покрытий силицидов металлов методами ионно-плазменного и ионно- лучево обучению.	106
44.	Т.М. Разыков, А.Х. Шукуров*, У.К. Макманов	Свойства пленок Sb_2Se_3 , полученных при различных температурах источника	109

45.	Sh.M. Axmedov, Sh.Dj. Axunov, D.T. Usmanov	Imidaklopidning sirtiyl ionlashuv qonuniyatlarini tekshirish	112
46.	M.T. Normuradov, Q.T.Dovranov, X.T.Davronov, M. Davlatov	SiO ₂ va Mn ₄ Si ₇ plyonkalarining infraqizil nurlanish spektri	113
47.	А.Аширов Ф.Матчанова, Х.Каримов, У.О.Кутлиев, Д.Д. Матякубов	Неупругие потерь энергии при малоугловом рассеяния ионов Ne ⁺ с поверхностью SiO ₂ (001)<110> при скользящих углах падениях	115
48.	К.У.Отабаева, М.К.Каримов, Ш.Аскарлова, П.Давлатова, У.О.Кутлиев	Исследование распыления плёнки льда, покрытой на поверхности металла при бомбардировке ионами Ar ⁺	117
49.	Q.T. Dovranov, D.A. Normuradov, X.T. Davronov, A. Ulashov, A.R. Qodirov	Mn ₄ Si ₇ nanoplyonkasining infraqizil nurlanish Spektrida sinish indeksi va Plyonka qalinligini o'lchash	119
50.	А.Т. Мамадалимов, Н.К. Хакимова, М.О. Аслонов, Ш.М. Норбеков, М.С. Исмадова, М.О. Рахмонова	Ипак толаларининг электрофизикавий хоссалари	121
51.	А.К. Ташатов, Н.М. Мустафоева, Б.Е. Умирзаков	Морфология, состав и структура поверхности пленок NiSi ₂ /Si, полученных методом твердофазной эпитаксии	123
52.	А.Е. Atamuratov, Х.Ш. Saparov, А. Yusufov	Комбинированное влияние материалов подзатворного и обратного оксидного слоя на dibl эффект и эффект саморазогрева в моп транзисторе на основе двумерного MoS ₂	125
53.	К.А. Исмаилов, А. Курбанова, Б.К. Исмаилов, С. Алламжаров, М. Мадаминова	Солнечная энергия: вопросы и проблемы	128
54.	К.А. Исмаилов, З.Т. Кенжаев, К. Якубов,	Эффективные фотоэлементы на основе кремния с нанокластерами	130

	Д.Е. Ембергенов, А.М. Жумабаева, И.А. Айтбаев		
55.	К.А. Исмаилов	Наноструктуры, наноматериалы и нанотехнологий	132
56.	Y.Sh. Turaev, M.A. Xayrullayeva	Test particle motion around regular black hole	134
57.	А.А. Вардияшвили, Г.Ш. Соқиева, А.Т. Теймурханов, Дусяров А.С.	Современное состояние и технология солнечного теплоснабжения теплиц защищенного грунта	136
58.	А.А. Вардияшвили, Г.Н. Узатов, Ж.К. Пулатов, А.А. Вардияшвили	Физико-механические свойства и оптические величины некоторых прозрачных покрытий гелиотеплицы	140
59.	А.А. Абдувайитов, Ж.Б. Хужаниёзов, Х.Х. Болтаев, Г.А. Розиков, Х. Содикова	Влияние ионной бомбардировки на профиль распределения примесных атомов по глубине Системы Ni–GaP	144
60.	Б.Е. Умирзаков, З.А. Турсунметова, И.Р. Бекпулатов, Ж.А. Уролов	Влияние ионных пучков Ar^+ на состав и структуру поверхности GaAs	146
61.	А.К. Ташатов, Н.Р.Холмұминов, Н.М. Мустафоева, М.Б.Ражабов	Зависимость параметров энергетических зон от глубины ионно-легированного слоя для Si имплантированного ионами Ba^+	148
62.	А.К. Ташатов, С.Б. Донаев, Д.Х. Бекмуродов, С.Н. Эшбобоев	Образования интерметаллических соединений в приповерхностной области Pd и Pd-Ba в процессе ионной имплантации	150
63.	З.М. Хусанов, А.А. Акбаров, М.К. Хусанова, С.М. Хужакулов	Темир атоми билан легирланган кремний хоссалари	151
4-ШУЪБА НАЗАРИЙ ФИЗИКА, АТОМ ЯДРОСИ ВА ЭЛЕМЕНТАР ЗАРРАЛАР ФИЗИКАСИ			
64.	R.N. Bekmirzaev, M.U. Sultanov, Q. Kh. Yakhshiboyev, S. K. Yuldashev	QGS model and its application for inelastic dc interactions at a momentum of 4.2 AGeV/c	155
65.	М. У. Султанов, С.К. Йўлдашев,	Характеристики центральности $^{12}C+^{12}C$ столкновений при импульсе 4,2 АГэВ/с	157

	К.Х. Яхшибоев, Ш.Ю. Муродов		
66.	Q. Badalov, R. Ibadov	Fundamental massa gipotezasining ba'zi eksperimental natijalari	159
67.	A.L. Abduvohidov, I.I. Absalyamova, A.A. Abdujabbarov	Shadow of the Kerr-like black hole	162
68.	Д.Б. Элмуротова, Ш.К. Нематов, Л.О. Мейлиев, Ж.Н. Хужамбердиева, А.А. Некбоев, А.Р. Кодиров	Рентгено-флюоресцентный и структурный анализ наногетеропереходов ZnO/ZnSe(Te)	163
69.	I.I. Absalyamova, A.A. Abdujabbarov	Qualifying shadow of parametrized rotating black holes	165
70.	Q. Badalov, R. Ibadov	Fundamental massani saqlovchi skalyar nazariyada simmetriyaning spontan buzilishi	167
71.	O.K. Ganiev, N.A. Mardonov, K.O. Boykulov	Comparative analysis of fusion cross sections in the framework of various nucleon-nucleon forces in the nuclear potential	170
72.	G'.Yu. Nodirov, J.T. Parmonov	Yuqori energiyali hA va AA-to'qnashuvlar uchun FRITIOF modeli	172
73.	G. Axmedova, O.B. Mamatqulov, U.U. To'xtayev, E.A. Umirzakov, B.S. Tog'ayev, J.S. Xidoyev, Sh.S. Temirov, B.I. Toshpo'latov, U.X. Yunusova	Sobirsoy suv ombori va unga tutash maydonlarning radioaktivligini baholash	174
74.	U.O'. To'xtayev, U.E. Haydarov, M.N. Yusupov, B.S. Tog'ayev	Kvant potensial o'radagi energetik Holatlarning juftligi	177
75.	S.X. Urinov, N.A. Taylanov	Numerical method for motion by mean curvature of curves on a surface in three- dimensional space	181
76.	Р.Н. Бекмирзаев, Б. К. Тухтамишев, Д.А. Алмурадов	Климатическая вопросы проникает и в физику элементарных частиц	184
77.	Ж. Хўжамбердиева, Н. Қурбонова,	Водород атоми спектрлари ёрдамида бор постулотлари тўғрилигини текшириш	185

	Б. Абдуғаниев		
78.	N.A. Taylanov, S.X. Urinov, R.M. Ibodov	The approximate solution of Kuramoto - Sivashinsky equation with periodic boundary conditions	187
79.	Р. Н. Бекмирзаев, Ж.Т. Михлиев	Образование кумулятивных протонов во взаимодействиях адронов и ядер с ядрами при высоких энергиях	190
80.	S.X. Urinov, N.A. Taylanov	Numerical simulation of nonlinear Schrodinger equation	191
81.	Я.А.Сайдимов, М.И. Маннанов, Ф.Б. Умаров	Теоретический расчет коэффициента диффузии Tb в Si	194
5- ШУЪБА ФИЗИКА СОҲАСИДАГИ МАКАЛИ КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШНИНГ ИННАВАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ			
82.	Н.С. Холмирзаев, А.Ш. Рахмонов	Спиралсимон иссиқлик алмашинув қурилмасида қуриштиш жараёнининг оптимал иш режими	197
83.	B.E. Xayriddinov, N.S. Xolmirzayev, S.O'. Umarova	Fizikaning energetika bilan integratsiya muammolari	200
84.	B.M. Kamanov	Fizika kursini o'qitish uchun innovatsion pedagogik texnologiyalar	202
85.	A. Abduqodirov, B. Imomov, A. Shodiyev	Fizikaning elektromagnetizm bo'limidan mustaqil ish bajarishning interfaol metodlari	204
86.	Sh.E. Karshibaev	Carrying out laboratory works on the physics course	209
87.	Y. Turaev, M. Qorjobova, T. Ismoilov	Fizika o'qitishda qo'llanadigan pullik kompyuter dasturlari va ularga alternativ dasturlar	212
88.	R.N. Bekmirzayev, O'. M. Mamadiyorov	Jamiyatning ijtimoiy va iqtisodiy rivojida fizika fanining ahamiyati	214
89.	Р. Н. Бекмирзаев, А.Х. Джанзаков	Методика изучения темы «Ядерные реакции» в условиях кредитной технологии обучения физике студентов	215
90.	Б. К. Тухтамишев, С. Б. Исмоилов	Виртуальный лабораторный практикум по физике	217
91.	U.O'. To'xtayev, M.N. Yusupov, U.E. Haydarov, N.A. Tashmanova	Fizikani o'qitishda eng yangi innovatsion texnologiyalarning qo'llashning samaradorligi va istiqbollari	218
92.	Ғ.Ғ. Раимов, Л.С. Сафаров	Физиканинг “Механика” бўлимига доир турли типдаги ностандарт сифат ва экспериментал масала ечиш методикаси	221

93.	С.Э. Каримова, Ш.М. Зохинова	Ярим ўтказгичли қуёш элементлари.	223
94.	G.S. Uzokova, J.N. Xujamberdieva	Fizika o'qitish jarayonida ta'lim oluvchilarni bilish faoliyatini faollashtirish.	225
95.	Ғ.Ғ. Раимов Л.С. Сафаров	Физиканинг “Механика” бўлимига доир турли типдаги ностандарт масала ечишни такомиллаштириш методикаси	228
96.	G.S. Uzokova, Sh. Mustofoeva	Tabiiy fanlar integratsiyasi masalasida zamonaviy yondashuvlar	232
97.	Ғ.Ғ. Раимов, Ў.И. Турдиев	Физиканинг “Механика” бўлимига доир турли типдаги ностандарт график масала ечиш методикасини такомиллаштириш	235
98.	Б.К. Тухтамишев, А. А. Косимов	Внеурочная деятельность по физике как условие повышения интереса учебного материала	237
99.	S. T. Usmonova	Umumiy o'rta ta'lim maktablarida texnologiyalardan foydalanishning funksional imkoniyatlari	238
100.	О.А. Каримова	Умумий ўрта таълим мактаб физика фанини таълим технологиялари асосида ўқитиш методикасини такомиллаштириш	240
101.	Р.Н. Бекмирзаев, Г. Маматкулова, Б. Насан Маматкулов, Ч. Беркинова	Методика обучения физики в техническом вузе на основе Кейс-технологии	243
102.	А. Ахмедов	Физикадан масалалар ечиш методикасини такомиллаштириш.	244
103.	Q. Sh. Tursunov	Olamning mexanik manzarasini yaratishda Fundamental fizik nazariyalarning o'rni	248
104.	G.Q. Tursunova	Kimyo ta'limining vazifalari va maqsadlari	253
105.	O.Q. Quvondiqov, A.A. Bahromova	Freym metodi va uni fizikani o'qitishdagi o'rni.	258
106.	С.А. Утаев	К применению теоремы карно при описании физических процессов работы двигателей внутреннего сгорания	260
107.	Ф.Г. Рахманов	Физико-химические свойства альтернативных топлив и применение их в двигателях внутреннего сгорания	262

ИЛМИЙ НАШР

**“КОНДЕНСИРЛАНГАН МУҲИТ
ФИЗИКАСИНИНГ РИВОЖЛАНИШ
ИСТИҚБОЛЛАРИ”**

**Халқаро илмий ва илмий-техник анжуман
материаллари**

14-15 октябрь 2022 йил

Босишга руҳсат этилди: 10.10.2022 й.
Офсет қоғоз. Қоғоз бичими: 60x84 1/16.
“Times New Roman” гар. Офсет босма.
Ҳисоб нашриёт т.: 17,12. Шартли б. т.: 17,25.
Адади: 30 нусха. Буюртма №25

ҚарМИИ кичик босмахонасида чоп этилди.
180100. Қарши шаҳри, Мустақиллик кўчаси, 225 – уй.
Телефон 91-466-80-32.