



UDK:541.135/.135.5

Nasiba XODJAYEVA,

O'zMU Fizika fakulteti Yarimo'tkazgichlar va Polimerlar fizikasi kafedrasida laboratoriya mudiri

E-mail: Xajayevanasiba588@gmail.ru

Abdulfattox XOLMO'MINOV,

O'zMU Fizika fakulteti Yarimo'tkazgichlar va Polimerlar fizikasi kafedra mudiri

O'zRFA Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti kichik ilmiy xodimi, PhD A.I. Shukurov taqrizi asosida

ELEKTROLIZ USULIDA NANOQOPLAMALAR SHAKLLANTIRISHDA NANOFIZIKANI UZVIY BOG'LIQLIGI

Аннотация

Mazkur maqolada Elektroliz usulida polimer nanoqoplamalar shakllantirishning parametrlarini aniqlangan. Ilmiy laboratoriyada nanofizikani o'qitishda Elektroliz usuli yo'riqnomalari tuzilgan hamda innovatsion yondashilgan holda foydalanilgan. Respublikamizda nanofizika sohasida ilmiy tadqiqotlarni boshlanishi va fan sifatida shakllanishi ko'rsatib berilgan, nanofizika ilmiy tadqiqot usullarining nanotexnologiyalar va nanomaterialshunoslikni rivojlanishidagi beqiyos roli yoritib berilgan. Elektroliz usuli bilan nanofizikani o'qitishda zamonaviy pedagogik va innovatsion texnologiyalar tanlangan va ularni amaliy qo'llash prinsiplarini ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: Elektroliz, nanoqoplamalar, polimer, eritma, nanofizika, nanotexnologiya, nanomaterialshunoslik, o'qitish innovatsiya.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОПОКРЫТИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ, СИНТЕЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО НАНОФИЗИКЕ

Аннотация

В данной статье определены параметры формирования полимерных нанопокровов методом электролиза. При обучении нанопизике в научной лаборатории были составлены и использованы инновационные подходы к методу электролиза. Показано начало научных исследований в области нанопизики и ее становление как науки в нашей республике, отмечена несравнимая роль методов научных исследований нанопизики в развитии нанотехнологий и наноматериаловедения. Выбраны современные педагогические и инновационные технологии обучения нанопизике методом электролиза и показаны принципы их практического применения.

Ключевые слова: Электролиз, нанопокровы, полимер, раствор, нанопизика, нанотехнология, наноматериаловедение, обучение инновациям.

FORMATION OF POLYMER NANOCOATINGS BY ELECTROLYSIS, SYNTHESIS OF THEORETICAL AND PRACTICAL TRAINING IN NANOPHYSICS

Annotation

In this article, the parameters of the formation of polymer nanocoatings by the electrolysis method are determined. In the teaching of nanophysics in the scientific laboratory, guidelines for the electrolysis method were compiled and used with an innovative approach. The beginning of scientific research in the field of nanophysics and its formation as a science in our republic have been shown, the incomparable role of nanophysics scientific research methods in the development of nanotechnology and nanomaterial science has been highlighted. Modern pedagogic and innovative technologies were chosen for teaching nanophysics by electrolysis method and the principles of their practical application were shown.

Key words: Electrolysis, nanocoatings, polymer, solution, nanophysics, nanotechnology, nanomaterial science, teaching innovation.

Kirish. Nanofizika zamonaviy nanotexnologiya va nanomaterialshunoslik-ning asosiy fanlaridan biri bo'lib, har taraflama shakllanib va uzluksiz rivojlanib ilm-fan va ishlab chiqarish sohalariga jadal kirib kelib, o'zining salmoqli o'rmini egallamoqda. Ushbu fan nanotexnologiyalarning "ildiz" laridan bo'lib [1], bugungi keng ko'lamda o'qitilmoqda va ayni paytda uning mukammal o'rganishda laboratoriya mashg'ulotlaridan samarali foydalanish o'ta dolzarb vazifalardan biri bo'lib, uning yechimini topishda bir qator ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada turli ilmiy markazlarda olib borayotgan ilmiy tadqiqotlarga, erishayotgan fundamental, amaliy va innovatsion izlanishlar natijalariga, qo'llanilayotgan laboratoriya usullariga va ulardan nanofizikani o'qitishda foydalanish imkoniyatlarini aniqlashga jiddiy e'tibor qaratilmoqda [2].

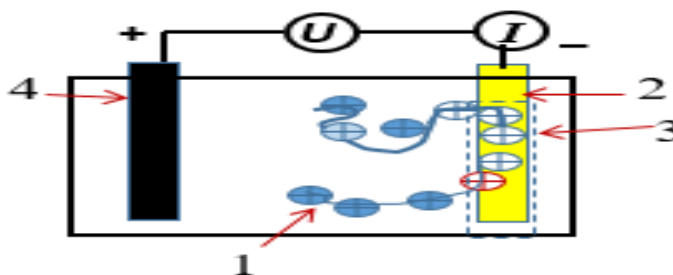
Bu borada nanofizika nisbatan yangi fan ekanligini, ilmiy tadqiqotlar olib borishda an'anaviy standart laboratoriya usullari bilan bir qatorda maxsus yig'ilgan va maqsadli yaratilgan laboratoriya usullaridan keng foydalanilayotganligini,

turdosh tabiiy fanlar, nanotexnologiyalar va nanomaterialshunoslik bilan uzviylikini inobatga olsak, unda ushbu fanni o'rganishda, avvalom bor, maxsus yaratilgan laboratoriya usullarini o'qish jarayoniga olib kirish birlamchi vazifalardan biri hisoblanadi. O'qish jarayonini ilmiy tajqiqot ishlariga nisbatan o'ziga xosligini, ya'ni o'quv laboratoriyasida fanning biror bir bo'limi tajriba orqali o'rganilishi va uni bevosita talaba bajarishini inobatga olsak, unda joriy qilnadigan laboratoriya ishi ham bunga mos bo'lishi kerak.

Tadqiqot metodologiyasi. Hozirda bunday maxsus usullar sifatida polimer eritmalar asosida funksional faol nanoqoplama materiallar hosil qilishning elektroliz, nanotolalar shakllantirishning elektrospinning mohiyatidan kelib chiqib, ya'ni polimerlarning eritma va aralashmadan elektrokimyoviy tiklanishi, nanotolalar shakllantirishi va makroion-ion ta'sirlashish faolligi tadqiqot qilinishida mV – kV diapazonida kuchlanishlar ishlatiladi. Bunda tanlangan polimer obyektning elektr maydoni ta'sirida sezgirligi muhim bo'lib, tayyorlangan eritma yoki aralashmani polielektrolit xossaga ega bo'lishiga e'tibor beriladi. Bunday tadqiqot objekti sifatida mazkur ishda ipak fibroini (FB) tanlangan va uning suyultirilgan eritmasi chumoli kislotasida (NSOON) tayyorlangan.

Quyida ta'kidlangan ilmiy tadqiqot usullarini nanofizikani o'quv laboratoriya ishi sifatida qo'llashning umumiy jihatlariga to'xtalamiz. Elektroliz usuli. Ushbu usul.1-rasmda keltirilgan chizma bo'yicha Faradey qonuniga $m = kIt$ binoan I doimiy tok ta'sirida t vaqt davomida eritmadagi FB makroionlarini (1) elektrod (2) sirtida elektrokimyoviy tiklanishi natijasida m massali nanoqatlam (3) hosil qilishiga asoslangan, nanomateriallar sirt faolligini baholashning dzeta-potoensial usullarini ta'kidlash joizdir[3]. Chunki bu usullar nanomateriallarni olinishi va strukturasiga bog'liq tarzda xossalarini namoyish qilishi va qo'llanish imkoniyatlarini aniqlashda o'ta samarali hisoblanadi. Ushbu ishlarning dolzarbligidan kelib chiqib, mazkur maqolada maxsus yig'ilgan elektroliz usuli maxsus laboratoriya ishlari sifatida nanofizikani o'qitishda qo'llanishi asosiy maqsad etib belgilangan.

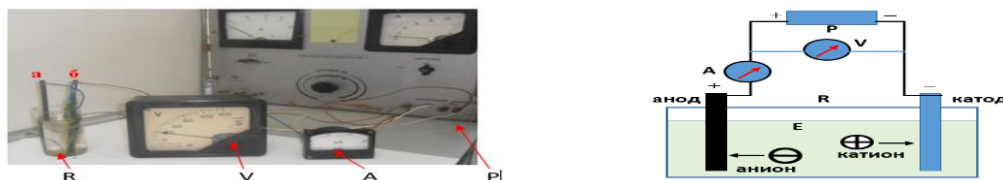
Ta'kidlangan elektroliz laboratoriya usulining umumiy jihati ularda $I = 0,1 - 10$ mA diapazonidagi doimiy elektr toki qo'llanishidir. Ammo har bir usulda uning mohiyatidan kelib chiqib, ya'ni polimerlarning eritma va aralashmadan elektrokimyoviy tiklanishi, nanotolalar shakllantirishi va makroion-ion ta'sirlashish faolligi tadqiqot qilinishida mV – kV diapazonida kuchlanishlar ishlatiladi. Bunda tanlangan polimer obyektning elektr maydoni ta'sirida sezgirligi muhim bo'lib, tayyorlangan eritma yoki aralashmani polielektrolit xossaga ega bo'lishiga e'tibor beriladi. Bunday tadqiqot objekti sifatida mazkur ishda ipak fibroini (FB) tanlangan va uning suyultirilgan eritmasi chumoli kislotasida (NSOON) tayyorlangan. Quyida ta'kidlangan ilmiy tadqiqot usullarini nanofizikani o'quv laboratoriya ishi sifatida qo'llashning umumiy jihatlariga to'xtalamiz.



1-rasm. Elektroliz usulining prinsipial chizmasi.

Bunda nanoqatlam hosil bo'lishi, ya'ni elektrod sirtini dastlabki rangini o'zgarishi bevosita ultramikroskop orqali nazorat qilinadi [4]. Tajribalar elektr tokining turli miqdorlarida elektrod sirtida bir xil tusli nanoqoplamalar shakllanganicha davom ettiriladi. Kuzatuv natijalari asosida $I - t$ bog'lanish grafigi tuziladi va nanoqoplamalar hosil qilishning optimal parametrlari aniqlanib, hisobot topshiriladi. Nanofizikani o'qitishda innovatsion yondashishning qo'llanishi:

Nanofizikaning yuqorida ta'sidlab o'tilgan laboratoriya ishlarini amaliy qo'llash uchun ularning amalga oshirish yo'riqnomasini to'liq ishlab chiqish talab etiladi. Ayni paytda, ishlab chiqiladigan laboratoriya yo'riqnomalari laboratoriya mashg'ulotlari olib borish talablariga mos kelishi va laboratoriya ishi sifatida bajarilib, topshirilishi lozim. Buni inobatga olgan tarzda ushbu elektroliz laboratoriya ishlarini bajarishning namunaviy yo'riqnomasi ishlab chiqildi va ular quyidagicha nomlandi: [5] Laboratoriya ishi №1. Elektroliz usulida polimer nanoqoplamalar shakllantirishning parametrlarini aniqlash. Ushbu laboratoriya ishlari yo'riqnomalari ilk marotaba bayon etilayotganligi tufayli, ularning amaliy qo'llash bo'yicha innovatsion yondashish quyidagilardan iborat bo'ldi [6]. Nazariy qism. Elektroliz usuli elektrolitlarda ionlarni yoki polielektrolitlarda makroionlarni doimiy elektr toki kuchi (I) ta'sirida anion va kation sifatida elektrodlar anod va katod tomon siljishi, anod sirtida elektrokimyoviy oksidlanish yoki katod sirtida tiklanish reaksiyasini amalga oshirish va buning natijasida sirtida yupqa qatlamli qoplama hosil bo'lishiga asoslangandir. Umumiy holda elektroliz jarayoni Faradey qonuni bo'yicha, qoplamaning massasi (m) tok kuchi (I) va elektroliz vaqtiga (t) proporsional tarzda ifodalanadi, ya'ni bu yerda k – elektrokimyoviy ekvivalent, ionogen guruh tavsifidir[7]. Elektroliz usuli va qurilmasi. Elektroliz usulining prinsipial chizmasi va uni amalga oshirishning oddiy laboratoriya qurilmasi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Elektroliz usulining prinsipial chizmasi va qurilmasi.

Qurilma tok manbai (R), voltmetr (V), ampermetr (A), elektroliz yacheykasidan (R) iboratdir [8]. Yacheykada elektrolit yoki polielektrolit solinsa va ulardagi ionlar yoki makroionlar manfiy va musbat zaryadlariga bog'liq ravishda anion va kation sifatida namoyon bo'ladi hamda elektr toki ta'siri ostida anod (a) va katodga (b) tomon siljiydi. Anionlar zaryadini anodga beradi va neytrallashib, zarrachalarga aylanib, elektrod sirtiga cho'kadi. Kationlar katoddan elektronlarni oladi va neytrallashib elektrod sirtiga cho'kadi va tiklanadi. Manbadan elektr toki berilganda ionlar va makroionlar anoddan katodga tomon siljiydi, sirtga cho'kadi va elektrokimyoviy tiklanadi. Buning natijasida massa (m) elektrod sirtini qoplaydi va bu jarayon materialni ko'chirish ham deb yuritiladi. Elektroliz jarayonida ionlar yoki makroionlarning elektrodlar tomon siljishi tufayli eritmaning konsentratsiyasi pasayadi va uni nazorat qilishda refraktometriya usuli qulay hisoblanadi. Elektrodlar sirtida ionlar yoki makroionlarni cho'kkanligi yoki tiklanganligi bilish uchun ularni tizimda elektr toki uzungandan so'ng ma'lum muddatda (1 - 5 soat) yacheykadan olmasdan eritma muhitida ushlab turish, so'ng yacheykadan elektrodni chiqarib olib, quritib, massasini analitik tarozida 0,0001 g aniqlikda o'lchash orqali aniqlash mumkin.

Elektrod - metal plastinka sirtida makroionlarni elektrokimyoviy tiklanishi nazorat qilish uchun termostat va ultramikroskop bilan takomillashtirilgan elektroliz qurilmasi qo'llaniladi va bunday qurilmani fotosurati hamda prinsipial chizmasi 3-rasmga keltirilgan.



3-rasm. Takomillashtirilgan elektroliz qurilmasining fotosurati (a) va uning prinsipial chizmasi (b).

Buning uchun silindr shaklidagi 1,5 litr hajmli termostatlovchi qobiqqa (1) ega shisha idish rezervuar (R) sifatida qo'llanilgan. Rezervuarg a vertikal tarzda polarizatsion-optik nurni tushiladi va elektroliz jarayonini ultramikroskopiya (11) prinsipida vizual kuzatish uchun 2 ta kvarts oyna (2 va 2*) o'rnatilgan [10].

Rezervuar elektr-aralashgich (3) ustiga joylashtirilgan va undagi eritma (4) magnit strejenni (7) elektr aralashtirgich (3) vositasida aralashtiriladi. Eritmaga oksidlash elektrodi grafit sterjen (5) va titan plastinka tiklanish elektrodi (6) parallel holda oralig'i 1 sm etib joylashtirilgane. Bundan rezervuar qobig'idagi shutserlar (8, 8*) orqali termostatlovchi suv yuborilib, eritmaning (4) harorati termometr (9) yordamida nazorat qilinadi. Vertikal tarzda eritmaga tushgan monoxromatik nur (10) gorizontall tarzda o'rnatilgan mikroskop (11) orqali kuzatiladi va ultramikroskop pritsipida eritmani molekular dispers tizimdan kolloid dispers tizimga o'tishi, elektrod sirti qalinligini 10-7 m -10-3 m diapazonidagi qoplamalar hosil bo'lishi tadqiqot qilinadi. Eritmaga elektr manbai (Ye) orqali berilgan doimiy tok ampermetr (A) va kuchlanish voltmetr (V) vositasida nazorat qilinadi [12].

Yassi plastinkada (a) tiklangan makroionlar (2) sirtga (1) perpendikulyar tarzda juda kichik yuzaviy kontakt bilan bog'lanadi. Reliefi notekis bo'lgan (b) materillarda, ya'ni shtrixli sirtida (1') mikrochuqurchalar (2') biopolimerlar (3') bilan to'ladi va unda tiklangan makroionlar nafaqat sirtga tik yo'nalishda chuqurchalar tagi bilan, balki chuqurchalar yon tomonlari bilan kontaktda bog'lanib tiklanadi. Agar makroionlar va ionlar aralashmasi elektroliz qilinsa (s), unda ionlar makroionlarga nisbatan elektr maydonida mobilroq harakat qilishi tufayli, mikrochuqurchalarni (1*) jadalroq egallab, tiklanadi (2*) va makroionlar (3*) mikrochuqurchalar sirti va ionlar bilan bog'lanib tiklanadi. Bu holat makroionlarni mustahkam sirtga elektrokimyoviy bog'lanishiga olib keladi [14].

Tahlil va natijalar. Laboratoriya ishini bajarilishi. Tadqiqotlar o'tkazish uchun fibroin (FB) biopolimerni $S = 0,1 \text{ g/dl}$ eritmasi chumoli kislotasi (NSOON) va suv (H_2O) asosidagi arashma erituvchida tayyorlanadi [16]. Modul FB - NSOON:H

2O (1:1) etib olinadi. Maxsus yig'ilgan elektroliz qurilmasida (3-rasm) ushbu biopolimerni elektrokimyoviy tiklanish asosida mikro- va nanoqoplamalar etib 25 – 50 °C diapazonida shakllantirish uchun doimiy tok miqdori 2 – 8 mA intervalida bo'ladi hamda jarayon 0,5 – 10 soat davom ettiriladi. Eritmaga uchkalsiy fosfat qo'shilganda makroionlar va ionlarni birgalikda

elektrokimyoviy tiklanishi kuzatiladi. Ushbu qoplama namunasi 50 °C li FB:Sa₂(RO₄)₃ (1:10) aralashmasidan I = 4 mA tok ta'sirida t = 1 soat davomida shakllantiriladi. Ultramikroskopiya vositasida elektrod-plastinka sirtida makroionlarni elektrokimyoviy tiklanishi natijasida molekulyayar-dispers tizimdan kolloid-dispersga o'tishi, nano- va mikrozarachali qatlamni paydo bo'lishi tufayli Faradey-Tindal konusi effekti namoyon bo'lishi kuzatiladi. Ushbu effektini butun sirtida paydo bo'lishi, ya'ni plastinka sirtini to'liq qoplanish vaqti (t) aniqlanadi.

Erishilgan o'lchash natijalari asosida belgilangan tartibda laboratoriya ishining bajarilish sifati va o'zlashtirish bilimi baholanadi. Ushbu laboratoriya ishini bajarishda turli xil innovatsion yondashish amalga oshirilishi mumkin, ammo, ushbu tavsiya etilayotgan usul shubhasiz yuqori bilimlarni egallash imkoniyatini beradi. Shunday qilib, qo'llanilgan pedagogik texnologiyalari vositasida elektroliz, laboratoriya usuli haqidagi umumiy va o'ziga xos muhim ma'lumotlar namoyish etilgan bo'lib, uni o'zlashtirish orqali nanofizikaning original laboratoriya ishlari va ularning mohiyati haqida bilimlar egallashga erishiladi. Bunday pedagogik texnologiyalarni yanada chuqurroq qo'llash uchun innovatsion yondashish lozim bo'lib, bu haqda kelgusi paragrafda muhokama etiladi.

Nanofizikani o'qitishda innovatsion yondashishning qo'llanishi:

Nanofizikaning yuqorida ta'sidlab o'tilgan laboratoriya ishlarini amaliy qo'llash uchun ularning amalga oshirish yo'riqnomasini to'liq ishlab chiqish talab etiladi. Ayni paytda, ishlab chiqiladigan laboratoriya yo'riqnomalari laboratoriya mashg'ulotlari olib borish talablariga mos kelishi va laboratoriya ishi sifatida bajarilib, topshirilishi lozim. Buni inobatga olgan tarzda ushbu elektroliz laboratoriya ishlarini bajarishning namunaviy yo'riqnomasi ishlab chiqildi va ular quyidagicha nomlandi:

Xulosa. Shunday qilib mazkur maqolada elektroliz usulida nanofizikani o'qitishda qo'llanishi uchun eng umumiylashgan pedagogik texnologiyalardan foydalanilgan shuningdek, ushbu laboratoriya ishlarini inovatsion yondashilgan holda nanofizikani o'qitishda amaliy qo'llash imkoniyatlari ko'rsatib berilgan. Nanofizikaning ilg'or ilmiy tadqiqot usullarini o'quv jarayonida laboratoriya usullari sifatida qo'llash imkoniyati aniqlangan hamda elektroliz usuli tanlangan. Makroionlar elektrolizida usulida laboratoriya ishlari bajarilgan yo'riqnomalari innovatsion yondashilgan tarzda tuzilgan. Erishilgan o'lchash natijalari asosida belgilangan tartibda laboratoriya ishining bajarilish sifati va o'zlashtirish bilimi baholanadi. Ushbu laboratoriya ishini bajarishda turli xil innovatsion yondashish amalga oshirilishi mumkin, ammo, ushbu tavsiya etilayotgan usul shubhasiz yuqori bilimlarni egallash imkoniyatini beradi.

ADABIYOTLAR

1. Xolmuminov A.A., Matyakubov B.M., Salimov Sh.M. Nanofizika va materialshunoslik. Darslik. T.: O'zbekiston Respublikasi Milliy gvardiyasi Harbiy-texnik instituti, 2020. 233-bet.
2. Калинин Б.А. Физическое материаловедение. М.: МИФИ, 2008. – 696 с.
3. Подвигалкин Я., Музалев П.А., Ушаков Н.М., Наноматериалы и нанотехнология. Мат-лы электрон. Техн. 2012. № 2. С.51.
4. Золотухин И.В. Новые направления физического материаловедения: - Воронеж.: ВГУ, 2000. – 360 с.
5. Nalwa H.S. Nanostructured Materials and Nanotechnology. Ed.. Academ. Press: San Diego. CA. 2002. P. 428.
6. Dieter Vollath Nanoparticles-Nanocomposites-Nanomaterials. An introduction for beginners. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Boschstr. Weinheim, Germany, 2013. – P. 322.
7. Тимошенко В.Ю. Полупроводниковые нанотехнологии для информатики и биомедицины. М.:МГУ. 2020. С.50
8. Суздалев И.П. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. М. Ком. книга 2006 г. С. 592
9. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М. Физматлит. 2007 г. 416 с.
10. Zaynobbiddinov S.Z, Teshaboyev A.T., Ismoilov Q. Nanozarralar fizikasi, kimyosi va texnologiyalari. – Toshkent.:Fan.- 2013. – 338 с.
11. William D. Callister Jr. Materials Sciences and Engineering. An Introduction. John Wiley & Sons. Ins. 2010. – P. 1000.
12. Xolmuminov A.A. et al. Acrylonitrile Copolymer Nanofibers and Their Structural Characteristics //Polymer Sci., Ser. A, 2013, V. 55, N. 1, p. 39–42.
13. Nechayev A.V., Ivanov M.G., Baykova L.A. Elektroliz v rastvorax elektrolitov. Yekaterinburg -2008. S. 3-28.
14. Yo'ldoshev J., Usmonov S. Pedagogik texnologiya asoslari. T. "O'qituvchi", 2004.
15. Svarovskaya N.A., Kolesnikov I.M., Vinokurov V.A. Elektroximiya rastvorov elektrolitov. Moskva 2017. S. 36-40.
16. Tudriy Y.V. Fiziko-ximiya polimerov: uchebno-metodicheskoye posobiye/ Tudriy Y.V., Galkina I.V, Sobanov A.A., Galkin V.I. – Kazan: Kazan. un-t, 2015. – 45s