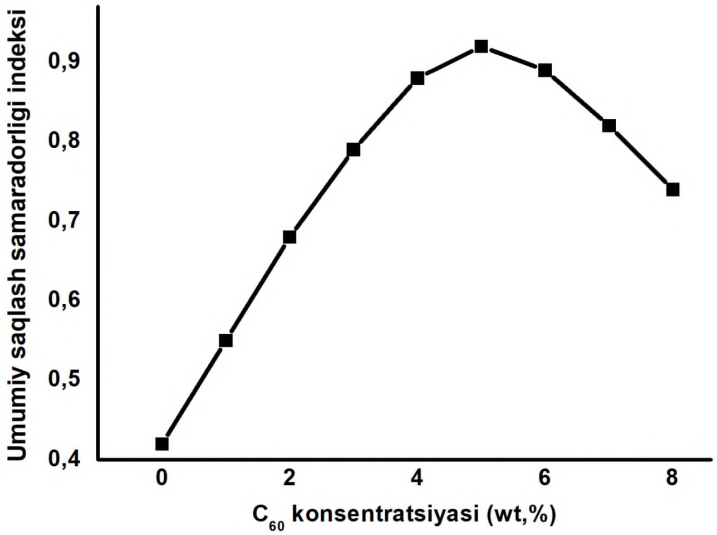


3-rasm. C_{60} konsentratsiyasiga bog‘liq holda vodorod saqlash samaradorligining o‘zgarishi.

Umumiy xulosalar. Olingan natijalar C_{60} fullerenlari bilan boyitilgan SOVT tizimlari vodorodning fizisorbsion saqlanishi uchun istiqbolli ekanini ko‘rsatdi. O‘KO va RDF tahlillari tizimning strukturaviy barqarorligini hamda vodorodning C_{60} sirtiga yaqin joylashishini tasdiqladi. C_{60} konsentratsiyasi oshishi vodorod yutilishi va adsorbsiya samaradorligini 5 wt%gacha yaxshiladi, undan keyin esa ayrim ko‘rsatkichlarda pasayish kuzatildi. Harorat ortishi saqlanishni kamaytirgan bo‘lsa-da, C_{60} qo‘shilgan tizimlar toza SOVTga nisbatan yuqori natija ko‘rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

(1). Schlapbach L., Züttel A. Nature, 2001.
(2). Crabtree G. et al. Physics Today, 2004.
(3). Züttel A. Materials Today, 2003.
(4). Dillon A. et al. Nature, 1997.
(5). Teichmann D. et al. Energy Environ. Sci., 2011.
(6). Preuster P. et al. Chem. Rev., 2017.
(7). Yang R.T. Adsorption, 2012.
(8). Zhou L. Renew. Sust. Energy Rev., 2005.
(9). Darkrim, F. et al. J. Phys. Chem. B, 2002.
(10). Kroto H.W. et al. Nature, 1985.
(11). Patchkovskii S. et al. PNAS, 2005.
(12). Lototskyy M. et al. Int. J. Hydrogen Energy, 2014.
(13). Adri C.T. van Duin Phys. Chem. A 2001, 105, 41, 9396–9409
(14). Bhatia S.K., Myers A.L. Langmuir, 2006.
(15). Plimpton S.J. Comp. Phys., 1995.

Egamberdiyeva Ozoda Shuhrat qizi (Qarshi davlat universiteti tayanch doktoranti)

BILIMLARNI UMUMLASHTIRISHDA MOSLIK TAMOYILINING O‘RNI

Annotatsiya. *Ushbu maqolada ilmiy bilishning ichki mantig‘ini ochib beruvchi, fundamental tamoyillardan biri moslik tamoyilining umumlashtiruvchi xarakteri ochib berilgan. Zero, ta’lim jarayonida moslik tamoyili shuni anglatadiki, bilimlar tarqoq dalillar yig‘indisi emas, balki o‘zaro bog‘langan ilmiy tizim sifatida qaror topishi asoslangan.*

Kalit so‘zlar: *moslik tamoyili, fizik nazariyalar, fundamental doimiylar, nisbiylik nazariyasi, mikroolam, makroolam, kvant mexanikasi, energiya, to‘lqin optikasi, geometrik optika.*

Эгамбердиева Озода Шухратовна (докторант Каршинского государственного университета)

РОЛЬ ПРИНЦИПА СООТВЕТСТВИЯ В ОБОБЩЕНИИ ЗНАНИЙ

Аннотация. *В данной статье раскрывается обобщающий характер принципа релевантности, одного из фундаментальных принципов, определяющих внутреннюю логику научного знания. В образовательном процессе принцип релевантности означает, что знание – это не набор разрозненных фактов, а совокупность взаимосвязанных научных систем.*

Ключевые слова: *принцип соответствия, физические теории, фундаментальные константы, теория относительности, микрокосм, макрокосм, квантовая механика, энергия, волновая оптика, геометрическая оптика.*

Egamberdieva Ozoda Shukhratovna (Doctoral candidate at Karshi State University)

THE ROLE OF THE CORRESPONDENCE PRINCIPLE IN KNOWLEDGE GENERALIZATION

Annotation. *This article explores the generalizing nature of the principle of relevance, one of the fundamental principles that defines the internal logic of scientific knowledge. In the educational process, the principle of relevance means that knowledge is not a collection of disparate facts, but a set of interconnected scientific systems.*

Key words: *correspondence principle, physical theories, fundamental constants, theory of relativity, microcosm, macrocosm, quantum mechanics, energy, wave optics, geometric optics.*

Kirish. Moslik tamoyilining ilmiy–metodologik mohiyati–ilmiy bilishning ichki mantiqini ochib beruvchi, yangi bilimni oldingi bilimlar tizimi bilan bog‘lovchi hamda nazariy rivojlanish yo‘nalishini belgilovchi tayanch mezonlaridir. Ana shunday fundamental tamoyillardan biri moslik tamoyili hisoblanadi. Mazkur tamoyilga ko‘ra, yangi ilmiy nazariya avvalgi nazariyani butunlay inkor etmaydi, aksincha, uni umumlashtiradi, zero, nazariy umumlashtirishsiz fizikaviy tushuncha, qonun, modellar va olamning fizik manzarasiga oid tushunchalar faqat tashqi bog‘lanishda bo‘lib, ichki bog‘lanish yuz bermaydi. Nazariy umumlashtirish bilangina nazariyalarning qo‘llanish sohasini aniqlab, chegaralarini ko‘rsatish mumkin bo‘ladi [1].

Adabiyotlar tahlili. Fizikaning fundamental fan sifatida rivojlanish tarixidan bilamizki, moslik tamoyili avval N.Bor tomonidan kvant mexanikasini yaratish va rivojlantirish jarayonida metodologik tayanch sifatida faol qo‘llangan. A.Zommerfeld uni mikroolam sirlarini ochishda “sehrli tayoqcha” deb ta’riflagan. Shunday ekan, ushbu moslik tamoyilining didaktik ahamiyati ham juda katta bo‘lib, u o‘quvchilarda ilm-fan rivoji uzluksiz, izchil va ichki mantiqqa ega jarayon ekanligi haqidagi tasavvurni shakllantiradi [2].

Ta’lim jarayonida moslik tamoyili shuni anglatadiki, o‘quvchi yangi qonun, nazariya yoki tushunchani o‘zlashtirar ekan, uni ilgari o‘rganilgan bilimlar bilan qiyoslaydi, umumiy va farqli jihatlarini aniqlaydi, yangi nazariyaning qaysi hodisalar doirasida ustunligini va qaysi holatlarda eski nazariya yetarli bo‘lib qolishini tushunib boradi. Natijada bilimlar tarqoq dalillar yig‘indisi emas, balki o‘zaro bog‘langan ilmiy tizim sifatida qaror topadi.

O‘quv bilimning birligi va moslik tamoyilining eng muhim natijalaridan biri o‘quv bilimni umumlashtirishdan iboratdir. Bir qarashda alohida ko‘rinadigan fizik nazariyalar, aslida, o‘zaro dialektik bog‘langan bo‘lib, ular tabiiy hodisalarni turli aniqlik darajada va turli masshtablarda tavsiflaydi. Shu ma’noda yangi nazariya eski nazariyaning inkor qilishi emas, balki uning kengaygan, chuqurlashgan va matematik jihatdan boyigan ko‘rinishidir [3].

O‘quvchilar uchun bu yondashuv nihoyatda muhim bo‘lib, ular fizikaning klassik mexanika, nisbiylik nazariyasi, kvant mexanikasi, termodinamika, elektromagnetizm, optika va atom yadro fizikasi kabi fundamental nazariyalarining o‘zaro bog‘lanishlarini mantiqiy tushunib, fizika fanining yagona mantiqiy tuzilishga ega ekaniga amin bo‘ladilar. Aynan shu o‘rinda G, h, c, e, N_A kabi fundamental doimiylarning integrallovchi roli namoyon bo‘ladi [4].

Tahlillar va natijalar. Klassik mexanika va nisbiylik nazariyasi o‘rtasidagi moslik tamoyilining yaqqol ko‘rinishlaridan biri klassik mexanikadan maxsus nisbiylik nazariyasiga o‘tishda kuzatiladi. Klassik mexanika jismlar o‘zaro ta’sirini bir zumda sodir bo‘ladigandek tasvirlaydi, nisbiylik nazariyasi esa ta’sirlarning tarqalish tezligi chegaralanganligini, ya’ni, $c = 3 \cdot 10^8 m/c$ ekanini asosiy tamoyil sifatida qabul qiladi. Shunga qaramay, kichik tezliklar sohasida ($\vartheta << c$) nisbiylik nazariyasi klassik mexanikaga tabiiy ravishda o‘tadi (1-jadval).

1-jadval

Klassik mexanika va nisbiylik nazariyasidagi asosiy mosliklar

Klassik mexanika	Nisbiylik nazariyasi
$\vartheta << c$	$\vartheta \to c, \quad c = 3 \cdot 10^8 m/c$
$l = l_0$	$l = l_0 \sqrt{(1 - \vartheta^2 / c^2)}$

$t = t_0$	$t = t_0\sqrt{(1-\vartheta^2/c^2)}$
$\vartheta = \vartheta_1 + \vartheta_2$	$\vartheta = (\vartheta_1 + \vartheta_2)/(1-\vartheta_1\vartheta_2/c^2)$
$p = m\vartheta$	$p = m\vartheta/\sqrt{1-\vartheta^2/c^2}$
$E_k = m\vartheta^2/2$	$E_k = E - E_0 = mc^2\left[(1-\vartheta^2/c^2)^{-1/2} - 1\right]$

Agar umumiy nisbiylik nazariyasiga murojaat qilinsa, u gravitatsion maydon bo‘lmaganda yoki maydon juda kuchsiz bo‘lganda, maxsus nisbiylik nazariyasiga, kichik tezliklar va zaif maydonlar holatida esa Nyuton mexanikasiga o‘tadi. Shuning uchun klassik mexanikadagi tortishish qonuni ham ma’lum bir kichik oraliqlarda o‘z ahamiyatini saqlab qoladi:

$$F = G\frac{Mm}{R^2},$$

bu yerda G –gravitatsiya doimiysi. Demak, ilmiytaraqqiyot jarayonida vaqt va fazo haqidagi tasavvurlar o‘zgaradi. Klassik yondashuvda ular absolyut deb qaralsa, nisbiylik nazariyasida ular kuzatuvchining harakat holatiga bog‘liq nisbiy kattaliklar sifatida tushuniladi. Bundan tashqari, gravitatsiya oddiy “kuch” emas, balki fazo–vaqt geometriyasining egriligi sifatida talqin etiladi.

XX asr boshlarida kvant nazariyasining paydo bo‘lishi fizikada tub burilish yasadi. Mikroolamni tavsiflash uchun klassik mexanika yetarli bo‘lmay qoldi, chunki u uzluksizlik, aniq trayektoriya va deterministik qonunlarga tayanardi. Kvant mexanikasi esa diskretlik, ehtimollik va to‘lqin–zarra dualizmini asosiy tamoyillar qatoriga kiritdi [5]. Shu bilan birga, kvant nazariyasi ham klassik fizikadan mutlaqo uzilib ketmadi, aksincha, moslik tamoyili tufayli u makroolam chegarasida klassik mexanikaga o‘tadi (2-jadval).

2-jadval

Klassik va kvant mexanikasi o‘rtasidagi moslik

Klassik mexanika	Kvant mexanikasi
$h \to 0$	$h = 6{,}63\cdot 10^{-34} J\cdot c$
$c \to \infty,\quad h \to 0$	$c = 3\cdot 10^8 m/c$
–	$\Delta p\Delta x \geq h$
$F = d(m\vartheta)/dt$	$d^2\psi/dx^2 + 8\pi^2 m/h^2(E - U(x)\psi) = 0$
$\lambda_m = 0$	$\lambda_m = h/mc$

Bizga ma’lumki, vodorod atomi misolida moslik tamoyilini juda aniq ochib berish mumkin. Ikki energetik sathlar orasidagi farq quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta W = W(n) - W(n+1) = (2\pi^2 me^4/h^2)\cdot(1/n^2 - 1/(n+1)^2).$$

Agar $n >> 1$ bo‘lsa, u holda,

$$\Delta W = (2\pi^2 me^4/h^2)\cdot(2/n^3).$$

Nisbiy o‘zgarish esa quyidagicha yoziladi:

$$\delta = \Delta W/W(n) = 2/n,$$

$n \to \infty$ ortgan sari, $\beta \to 0$ bo‘ladi. Bu esa yuqori kvant sonlarida energetik sathlarning bir-biriga juda yaqinlashib, deyarli uzluksiz ko‘rinish olishiga olib keladi. Demak, katta masshtablar va katta kvant sonlari sohasida kvant manzara klassik manzaraga yaqinlashadi. Kvant mexanikasining klassik mexanikadan farq qiluvchi asosiy belgilari quyidagilardan iborat:

–energiyaning kvantlanishi;

–mikroolamda korpuskular – to‘lqin dualizmi;

–ehtimollik qonunlarining ustuvorligi;

–Hezenbergning noaniqlik prinsipi;

–mikrojarayonlarni tavsiflashda klassik mexanika metodlarining yetarli emasligi. Biroq shu bilan birga, kvant mexanikasi klassik fizikaning ma’lum kichik oraliqlardagi holatini ham o‘z ichiga oladi.

Moslik tamoyili faqat nisbiylik nazariyasi va kvant mexanikasigagina taalluqli emas. U fizikaning boshqa ko‘plab bo‘limlarida ham kuzatiladi. Masalan, mexanikada Nyutonning ikkinchi qonuni $F = ma$ doimiy harakatning chekli tezliklarida birinchi qonunni ifodalaydi. Keplerning elliptik orbitalar haqidagi qonunlari esa aylana orbitaning xususiy holatini ham o‘z ichiga oladi. Gazlar nazariyasida izojarayon qonunlari umumiy ideal gaz tenglamasining xususiy holatlari sifatida qaraladi:

$$p_1V_1 = p_2V_2;\ p_1/T_1 = p_2/T_2;\ V_1/T_1 = V_2/T_2 \rightarrow p_1V_1/T_1 = p_2V_2/T_2.$$

Molekulalarning o‘lchami va o‘zaro ta’siri hisobga olinganda esa Mendeleyev–Klapeyron tenglamasi Van–der–Vaals tenglamasigacha umumlashtiriladi:

$$pV = RT \rightarrow (p + a/V^2)\cdot(V - b) = RT.$$

Elektrostatikadan elektromagnetizmga o‘tishda ham xuddi shunday qonuniyat kuzatiladi. Masalan, Maksvell–Lorens tenglamalari elektr va magnit hodisalarini birlashtiruvchi umumiyroq nazariya sifatida maydonga chiqadi.

Optikada to‘lqin optikasi va geometrik optika o‘rtasidagi bog‘lanish difraksiya va interferensiya hodisalari orqali ochiladi. To‘lqin uzunligi juda kichik bo‘lib, difraksion og‘ishlar e’tiborsiz qolganda to‘lqin optikasi geometrik optikaga o‘tadi.

$$L << D^2/\lambda.$$

Kvant optikada esa fotonning energiyasi va impulsi to‘lqin tavsifi bilan bog‘lanadi. Ilmiy jihatdan bu aloqalar odatda quyidagicha yoziladi:

$$E = h\nu;\ p = h/\lambda.$$

Demak, moslik tamoyili orqali optikadagi to‘lqin, geometrik va kvant manzaralari ham yagona tamoyilga birlashtiriladi.

Moslik tamoyili o‘quvchilarda ilmiy bilimning dialektik rivojlanishi haqidagi qarashni shakllantiradi. Yangi nazariya odatda oldingi nazariyaning imkoniyatlarini kengaytiradi, biroq, shu bilan birga, avvalgi nazariya uchun amal qilmagan yangi cheklovlarni va yangi fundamental doimiylarni kiritadi. Shu sababli moslik tamoyili har doim ham oddiy “mos kelish” bilangina cheklanmaydi. U yangi va eski nazariyalar o‘rtasidagi farq, chegaralanish va yangicha matematik metodlarning zarurligini ham ko‘rsatadi. Ushbu tamoyilning didaktik kuchi shundaki, u o‘quvchiga fizik nazariyalarni ketma–ket bosqichlari sifatida anglashga yordam beradi. Klassik tasavvur – nisbiy tasavvur – kvant tasavvur. Natijada bilimlar parchalanib ketmaydi, balki yagona, ichki mantiqiy va ziddiyatsiz yagona tizimga birlashadi.

Bilimlarni umumlashtirishda moslik tamoyilining o‘rni nuqtai nazaridan quyidagicha muhokama savollarini qo‘yish fizikaning fundamental nazariyalarining mohiyatini ochib berishda muhim hisoblanadi: 1.Maxsus nisbiylik nazariyasidan klassik mexanikaga o‘tish qaysi oraliq shartlarda amalga oshadi? 2.Lorens almashtirishlari qanday sharoitda Nyuton mexanikasining tenglamalari bilan moslashadi? 3.Kvant mexanikasida Plank doimiysining rolini qanday tushuntirish mumkin? 4.Ideal gaz tenglamasi bilan Van–der–Vaals tenglamasi orasidagi moslik nimada namoyon bo‘ladi? 5.To‘lqin optikasi va geometrik optika orasidagi o‘tish qaysi fizik shartlar bilan belgilanadi?

Xulosa. Moslik tamoyili fizik bilimlar tizimini yaxlit holda anglash uchun tayanch metodologik vositadir. U yangi nazariyaning oldingi nazariya bilan bog‘lanishini va ilmiy bilishning uzviyligini ko‘rsatadi. Ta’lim jarayonida ushbu tamoyildan foydalanish, hatto gumanitar fanlar yo‘nalishi o‘quvchilarining ilmiy tafakkurini chuqurlashtiradi, nazariyalar orasidagi dialektik aloqalarni ko‘ra olishiga yordam beradi. Fizikaning formulalari alohida-alohida belgilar to‘plami emas, balki yagona ilmiy manzara sifatida o‘zlashtirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

(1). Шчербаков Р.Н. Принцип соответствия и единство учебного знания. “Физика в школе”, 2008, №5, с. 59–63.

(2). Голин Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы. М., “Просвещение”, 1987,127 с.

(3). Тарасов Л.В. Современная физика в средней школе. М., “Просвещение”, 1990, 288 с.

(4). Tursunov Q.Sh., Karjavov M.J. Asosiy fizikaviy doimiylar va ularning barqarorligi. Toshkent, “Fizika, matematika va informatika”, 173–181-betlar, 6-son, 2025.

(5). Tursunov Q.Sh., Karjavov M.J. Olamning fizik manzarasini integratsiya va umumlashtirish asosida o‘rganish. Toshkent, “Fizika, matematika va informatika”, 64–75-betlar, 3-son, 2025.