NEYTRONLAR KLASSIFIKATSIYASI, ULARNING OQIMI VA TEZLIGINI VIDEO LOYIHALAR ASOSIDA EMPIRIK TUSHUNTIRISH

ЭМПИРИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КЛАССИФИКАЦИИ НЕЙТРОНОВ, НЕЙТРОННОГО ПОТОКА И ИХ СКОРОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИДЕОПРОЕКТОВ

AN EMPIRICAL APPROACH TO TEACHING NEUTRON CLASSIFICATION, NEUTRON FLUX, AND NEUTRON VELOCITY THROUGH VIDEO-BASED PROJECTS

Ramazanov Asror Xamroyevich
Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zMU,
Fizika fakulteti Fotonika kafedrasi, dotsenti
E-mail: asrorkhramazanov@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada neytronlar fizikasining murakkab va mavhum bo‘lgan jihatlarini video loyihalar yordamida tushuntirish masalalari yoritilgan. Maqolada neytronlarning energetik klassifikatsiyasi va ularning modda atomlari bilan o‘zaro ta’sir jarayonlarini vizuallashtirishga qaratilgan empirik yondashuvlar taklif etiladi. Ishlab chiqilgan video animatsiya modellari orqali neytronlarning harakat trayektoriyasi, tezligi va yadro bilan to‘qnashish holatlarini jonli tarzda tasvirlash imkoniyatlari tahlil qilingan. Mazkur metodik ishlanmalar murakkab fizik jarayonlarni talabalarga sodda va tushunarli shaklda yetkazib berishga xizmat qiladi.

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы объяснения сложных и абстрактных аспектов физики нейтронов с использованием видеопроектов. Предлагаются эмпирические подходы, направленные на визуализацию энергетической классификации нейтронов и процессов их взаимодействия с атомами вещества. На основе разработанных видеоанимационных моделей проанализированы возможности наглядного представления траекторий движения нейтронов, их скорости и процессов столкновения с ядрами. Разработанные методические материалы способствуют представлению сложных физических процессов студентам в простой и доступной для понимания форме.

Abstract: This article examines approaches to explaining complex and abstract aspects of neutron physics through the use of video-based projects. Empirical approaches aimed at visualizing the energy-based classification of neutrons and their interactions with atoms of matter are proposed. Using the developed video-animation models, the possibilities of visually representing neutron trajectories, velocities, and collision processes with atomic nuclei are analyzed. The developed methodological

materials facilitate the presentation of complex physical processes to students in a simple, clear, and accessible form.

Kalit so'zlar: Neytron, neytronlar klassifikatsiyasi, kinetik energiya, neytronlar oqimi, oqim zichligi, yadro, elastik sochilish, noelastik sochilish, yutilish, moderator, vizualizatsiya, video animatsiya, empirik tushuntirish, modellashtirish, simulyatsiya.

Ключевые слова: нейтрон, классификация нейтронов, кинетическая энергия, поток нейтронов, плотность потока, ядро, упругое рассеяние, неупругое рассеяние, поглощение, замедлитель, визуализация, видеоанимация, эмпирическое объяснение, моделирование, симуляция.

Keywords: neutron, neutron classification, kinetic energy, neutron flux, flux density, nucleus, elastic scattering, inelastic scattering, absorption, moderator, visualization, video animation, empirical explanation, modeling, simulation.

Kirish: Yadro fizikasi va zamonaviy energetika sohasida neytronlar bilan bog‘liq jarayonlarni o‘rganish fundamental ahamiyatga ega bo‘lib, bu zarrachalarning elektr jihatidan neytralligi ularning modda bilan o‘zaro ta’sirini o‘ziga xos tarzda belgilaydi. Neytronlar fizikasi kursini o‘zlashtirishda ularning klassifikatsiyasi, oqim zichligi va harakat tezligi kabi parametrlarini aniq tasavvur qilish o‘ta muhimdir. Biroq, mikrodunyo hodisalarining bevosita kuzatish imkoniyati yo‘qligi, neytronlarning o‘ta yuqori tezlikda harakatlanishi va laboratoriya sharoitida neytron manbalari bilan ishlashning murakkabligi talabalarda ushbu mavzuni o‘zlashtirishda muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltirishi tabiiy.

Shu sababli, ta’lim jarayonida faqat an’anaviy ma’ruza usullari bilan cheklanib qolmasdan, zamonaviy va innovatsion yondashuvlarni qo‘llash zarurati ortib bormoqda. Ayniqsa, video loyihalar va simulyatsiyalardan foydalanish bu borada muhim ahamiyat kasb etadi. Video loyihalar asosida tushuntirish berish murakkab nazariy formulalarni vizual ko’rinishga keltirishga yordam beradi. Shuningdek, neytronlar oqimining modda bilan o‘zaro ta’sir jarayonlarini yanada aniqroq tasavvur qilish imkonini yaratadi. Natijada talabalar real fizik modellarni yaxshiroq anglay boshlaydilar. Mazkur maqolada neytronlar klassifikatsiyasi, ularning kinetik energiyasi va oqim zichligi tushunchalarini video-vizualizatsiya orqali empirik jihatdan tahlil qilish, hamda ushbu yondashuvning dars samaradorligiga ta’siri ko‘rib chiqiladi.

ASOSIY QISM: 1932-yilda ingliz fizigi Chedvik noma’lum nurlanish azot va vodorod atomi yadrolari bilan to’qnashganda ularning olgan harakat energiyasi va impulslarini o’lchab, energiya va impulsning saqlanish qonunlari asosida noma’lum nurlanishning massasini hisoblab chiqdi. Uning massasi protonning massasiga yaqin bo’lib chiqdi. Zaryadi neytral bo’lgani uchun u neytron deb ataldi. Aniq o’lchashlar neytronning massasi protonning massasidan 2,5 m_e ga ortiq ekanini ko’rsatdi: $m_n = 1{,}67495\times10^{-24}$ g. Neytron xususiyatlarini o‘rganish yana shuni ko’rsatdiki, u yarim

yemirilish davri $T_{1/2}$=11,7 minutga teng bo‘lgan beqaror zarra ekan. Neytronning parchalanishi natijasida proton va elektron hosil bo‘ladi. Uning spini h/2 va magnit momentining qiymati μ_n=–1,91 yadro magnetoniga teng. Magnit momentining ishorasi manfiyligi spin yo‘nalishiga qarama-qarshi yo‘nalishda ekanligini bildiradi. Neytron kuchli o’zaro ta‘sirlashuvchi zarralar (adronlar) sinfiga mansub. Neytron faqat atom yadrosi tarkibida barqarordir. Neytronning o’rtacha yashash vaqti t=16 minut. Moddalarda erkin neytronlar mavjud emas. Neytron zaryadsiz bo’lgani bois, u atom va molekulalar yonidan o‘tib borayotganda ular bilan kuchsiz o’zaro ta’sirlashadi. Neytronlarning gazlarni uncha ionlashtira olmasligi va katta o’tuvchanlik xususiyatiga ega bo‘lishi ham aynan shunga bog‘liq. Neytronlar atomlarning yadrolari bilan energiyaning hamda harakat miqdorining saqlanish qonunlari asosida huddi elastik sharlardek to’qnashadi

Manbalar neytronning energiyasiga qarab monoxramatik va nomonoxromatik manbalarga bo’linadi. Neytronlarni olinish prinsipiga qarab manbalar radioizotop (ampulalik), tezlatkichga asoslangan, zanjir reaksiyasiga asoslangan, spontan bo’linishga asoslangan manbalarga bo’linadi.

Neytronlar energiyalariga qarab turli guruhlarga bo’linadi. Neytronlar yadro bilan turli yadro reaksiyalariga kirishadi va yutiladi. Neytronlar yadroda elastik va noelastik sochilib, diffuziya harakatida ishtirok etishini kuzatish mumkin. Bu jarayonlarning ehtimolligi neytronning kinetik energiyasi bilan aniqlanadi. Neytronlar E_n kinetik energiyasiga ko’ra ikkita katta guruhga ajratiladi:

Sekin neytronlar ($0 < E_n \leq 1000$ eV)

Tez neytronlar ($E_n > 100$ keV)

Bu ikki energiya sohalari orasida oraliq neytronlar mavjud. 1-jadvalda neytronlarning energiyasiga ko’ra klassifikatsiyasi keltirilgan.

1-jadval

№	Guruhlar	Neytron energiyasi
	Sovuq neytronlar	$E_n \leq 0{,}005$ eV
	Issiqlik neytronlari	$0{,}005$ eV$\leq E_n \leq 0{,}1$ eV
	Sekin neytronlar	$0{,}1$ eV$\leq E_n \leq 1000$ eV
	Oraliq neytronlar	1 keV$\leq E_n \leq 500$ keV
	Tez neytronlar	0,5 MeV$\leq E_n \leq 50$ MeV
	O’ta tez neytronlar	$E_n > 50$ MeV

Neytronlarning yadro bilan o’zaro ta’siri ularning kinetik energiyasi (E_n) va harakat tezligi (v) ga bog’liq. Neytronning tezligi klassik fizikada quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$v=\sqrt{(2E_n/m_n)}$

Bu yerda $m_n \approx 1{,}675 \times 10^{-27}$ kg – neytronning tinchlikdagi massasi.

Neytronlar fizikasida zarrachalarning miqdoriy harakatini xarakterlash uchun neytron oqimining zichligi (Φ) tushunchasidan foydalaniladi. Bu kattalik vaqt birligi ichida birlik yuzadan o‘tayotgan neytronlarning umumiy sonini ifodalaydi va quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

$\Phi = dN/(dS \times dt) = n \times v$

bunda, dt – vaqt, n – neytronlarning konsentratsiyasi, v – o’rtacha tezligi.

Oqim zichligining o‘lchov birligi [neytron/($m^2 \times s$)].

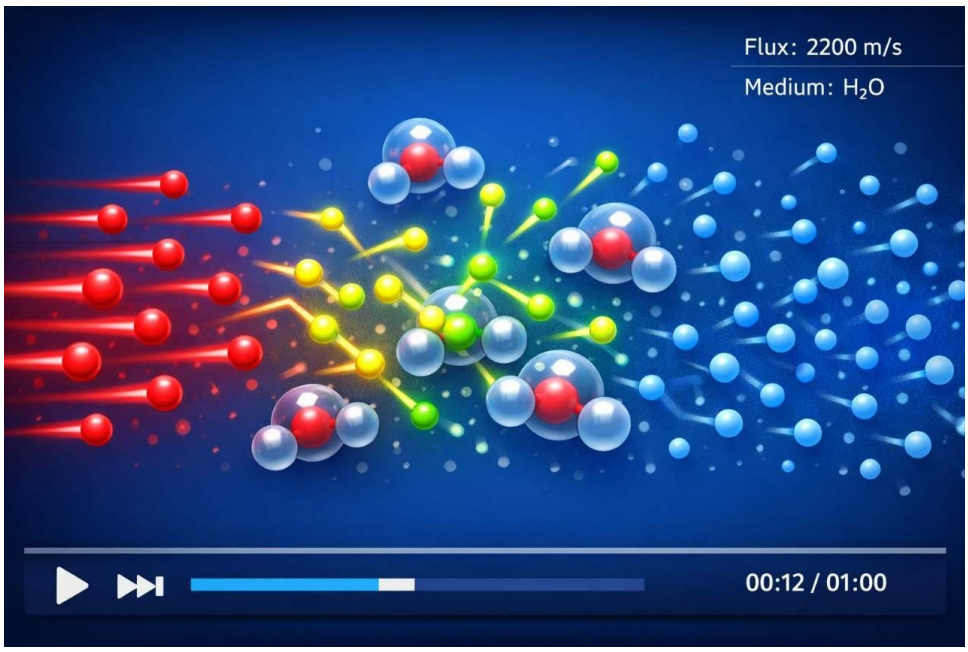
Neytronlar xossalari, ularning harakati, yadro va boshqa zarralar bilan o’zaro ta’sirlashuvini o’rganishda ko’plab muammolarga duch kelinadi. Sababi biz ushbu hodisalarni o’z ko’zimiz bilan ko’ra olmaymiz, bu esa ta’lim jarayonini murakkablashtiradi hamda neytronlar haqidagi tasavvurlarimizni cheklab qo’yadi. Tadqiqotlar ham shuni ko’rsatadiki, miyada tasvirlar matnga qaraganda chuqurroq va tezroq qayta ishlanadi, vizual obrazlar uzoq muddatli xotirada matnli ma’lumotlarga nisbatan mustahkamroq saqlanadi. Shunday ekan, hodisani ko’rgazmali tarzda ifodalash eng samarali usul bo’lib xizmat qiladi. Ushbu zaruratdan kelib chiqib, neytronlar bilan bog’liq jarayonlarni yaxshiroq idrok etish, ko’z oldimizda gavdalantirish, boshqacha qilib aytganda “jonlantirish” maqsadida maxsus loyihalar ishlab chiqish va ularni o‘quv jarayoniga tatbiq etish maqsadga muvofiqdir. Mazkur muammoni hal qilish hamda neytronlar fizikasini empirik tushuntirish uchun quyida bir nechta loyihalarni taklif etamiz:

“Neytronlar oqimi” video animatsiyasi

Loyiha maqsadi: Ko’zga ko’rinmas darajada kichik bo’lgan neytronlar harakatini vizual modellar orqali tasvirlash va ularning kinetikasini tushunishni yengillashtirish.

Loyiha mazmuni: Neytronlarning energiyasiga qarab ularning ekrandagi harakat tezliklari va ranglari belgilab olinadi. Neytronlar kichik sferik elementlar ko’rinishda loyihalanadi. Ularning energiyasi kamaygani sayin rangi issiq ranglardan (qizil) sovuq ranglarga (ko’k) o’zgarishi dasturlanadi. Neytronlarning harakat trayektoriyasini ko’rsatish uchun ularning ortidan qoladigan zaif yorug’lik izi qo’shiladi. Bu o‘quvchiga zarrachaning o‘tgan yo‘lini tahlil qilishga yordam beradi. Keyingi bosqichda fizik jarayonlar harakatli ko’rinishda namoyish etiladi. Neytronlar moderator (masalan, suv) molekulasi bilan to’qnashganda qanday jarayon yuz berishi, to’qnashuvdan so’ng ularning energetik holatiga ko’ra o’zini tutish va harakat xususiyatlari animatsion kadrlar orqali aks ettiriladi. Bir vaqtning o‘zida ekranda harakatlanayotgan neytronlar sonini oshirish orqali “oqim zichligi” tushunchasi ko’rgazmali tarzda ifodalanadi.

Loyihadan kutiladigan natija: Talaba neytronlarni tartibsiz emas, balki energiya va muhitga qarab shakllanadigan tartibli oqim sifatida ko‘ra boshlaydi.



1-rasm. Neytronlar oqimining muhit molekulalari bilan o’zaro ta’sirlashuvi

1-rasmda taklif etilayotgan dasturiy ishlanmaning interfeysi va simulyatsiya jarayoni tasvirlangan. Unda neytronlar oqimining moderator muhitiga kirib borishi bilan zarrachalar kinetik energiyasining kamayishi (rangli differensiatsiya orqali) hamda ularning sochilish trayektoriyalari dinamikasi o‘z aksini topgan.

“Yadroviy to’qnashuvlar” vizual modellar majmuasi

Loyiha maqsadi: Atom yadrolari va neytronlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir jarayonlarini dinamik tasvirlar yordamida gavdalantirish hamda yadroviy reaksiyalarning ehtimollik xarakterini tushunishga yordam berish.

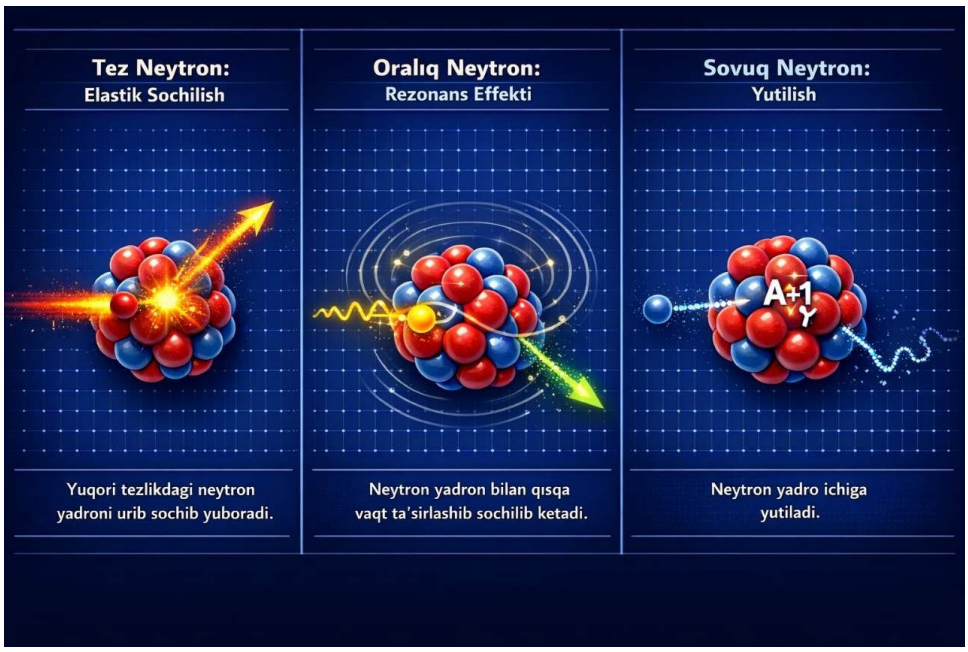
Loyiha mazmuni: Mazkur loyiha neytron va yadro to’qnashuvi jarayonida sodir bo‘ladigan holatlarni tushuntiruvchi tasvirlar majmuasini o‘z ichiga oladi. Bunda bitta atom yadrosi va turli energiyali neytronlarning o‘zaro ta’siri individual holatlar misolida ko’rsatiladi. Loyiha uchta asosiy qismdan iborat:

Tez neytronlar: Neytronning yadroga yuqori tezlikda urilishi va bilyard shari kabi impulsini o’zgartirib, katta burchak ostida sochilib ketishi tasvirlanadi.

Oraliq neytronlar: Zarrachaning yadro tomonidan qisman tormozlanishi va yadro sirti bilan murakkabroq ta’sirga kirishish holatlari modellashtiriladi.

Sovuq neytronlar: Ushbu zarrachalarning yadro tomonidan yutilishi va yangi izotop hosil bo‘lishi bosqichma-bosqich ko‘rsatiladi.

Loyihadan kutiladigan natija: Talabalar neytron energiyasi va yadroviy reaksiya turi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniq misollar yordamida o‘rganadilar.



2-rasm. Neytronning atom yadrosi bilan to'qnashish holatlari

2-rasmda neytronning energiyasiga qarab yadro bilan qanday ta'sirga kirishishi sodda shaklda ko'rsatilgan. Bunda zarrachaning yadroga urilib qaytishi (tez neytron), yadro atrofida to'lqin hosil qilib tormozlanishi (oraliq neytron) va yadro tarkibiga butunlay yutilishi (sovuq neytron) kabi jarayonlar bosqichma-bosqich ifodalangan. Bu model murakkab yadroviy jarayonlarni talabalarga oddiy vizual misollar orqali tushuntirish imkonini beradi.

XULOSA: Neytronlar fizikasining murakkab va bevosita kuzatish imkoni bo'lmagan jarayonlarini video loyihalar orqali vizuallashtirish - o'quv jarayonida nazariya va amaliyotni birlashtirishning eng samarali yo'llaridan biridir. Maqolada taklif etilgan modellar neytronlarning energiyasiga qarab boshqa zarralar yoki atom yadrosi bilan qanday ta'sirga kirishishini jonli kadrlar orqali ko'rsatib beradi. An'anaviy ma'ruza usullaridan voz kechib, bunday interaktiv va empirik yondashuvlarni dars jarayoniga tatbiq etish murakkab mavzularni nafaqat sodda tushuntirishga, balki olingan bilimlarning xotirada uzoq saqlanishiga xizmat qiladi. Umumlashtirib aytganda, video loyihalar asosidagi bunday vizual yechimlar fizika fanining eng qiyin bo'limlarini o'zlashtirishni yengillashtiradi va o'quv jarayonini mazmunan boyitadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. A.Kh.Ramazanov. The Possibilities of Using Computer Programmes in the Study of Nuclear Processes in the Science of Nuclear Power Engineering. International Journal of Innovative Science and Research Technology. https://doi.org/10.5281/zenodo.14631782. V 9, Issue 12, December – 2024.

2. Mo'minov T.M., Xoliqulov A.B., Xushmurodov Sh.X. Atom yadrosi va zarralar fizikasi – Toshkent: O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati, 2009

3. Yuldashev B.S., Polvonov S.R., Bozorov E.X. Amaliy yadro fizikasi – Toshkent: Donishmand ziyosi, 2020.

4. A.Kh.Ramazanov, S.R.Polvonov, E.Kh.Bozorov. Oliy ta`lim muassasalarida “yadro energetikasi” mavzusini o`qitishda interfaol usullardan foydalanish uslublari. O‘zMU xabarlari, 2022, [3/2], 487-489 bet.

5. A. Ramazanov. Tez neytron reaktorlari mavzusini nostandart testlar orqali o‘qitish metodikasi. Berdaq nomidagi QDU Axborotnoma.4 (63)2023.146-150 b