

АТОМ ФИЗИКАСИ КУРСИДА “БИР ЖИНСЛИ МУҲИТДА ТАРҚАЛАЁТГАН
ЯССИ МОНОХРОМАТИК ТЎЛҚИН ВА УНИНГ ТЕНГЛАМАСИ”
МАВЗУСИНИ НАЗАРИЙ ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7809157>

А.А. Махмудов

Тошкент давлат транспорт университети катта ўқитувчиси

А.М. Худайбергенов

доцент

Аннотация. Ушбу мақолада “Бир жинсли муҳитда тарқалаётган ясси монохроматик тўлқин ва унинг тенгламаси” мавзусини атом физика курсида ўқитиш методикаси ҳақида фикр юритилади.

Калит сўзлар: бир жинсли муҳит, ясси тўлқин, монохроматик тўлқин, тўлқин фазаси, тўлқин вектори, ясси монохроматик тўлқин формуласи, тўлқин тенгламаси, дисперсия қонуни.

Аннотация. В данной статье рассматривается методика преподавания темы «Плоская монохроматическая волна, распространяющаяся в однородной среде и ее уравнение» в курсе атомной физики.

Ключевые слова: однородная среда, плоская волна, монохроматическая волна, фаза волны, волновой вектор, формула плоской монохроматической волны, волновое уравнение, закон дисперсии.

Annotation. This article discusses the methodology for teaching the topic "Plane monochromatic wave propagating in a homogeneous medium and its equation" in the course of atomic physics.

Keywords: homogeneous medium, plane wave, monochromatic wave, wave phase, wave vector, plane monochromatic wave formula, wave equation, dispersion law.

Одатда, физикада тўлқин дейилганда, тебранишларнинг бирор эластик муҳитдаги тарқалиш жараёни тушунилади. Ушбу тўлқинлар икки хил бўлади: механик ва электромагнит тўлқинлар. Ушбу иккала тур тўлқин ясси, монохроматик бўлиши мумкин. Ана шу тўлқинлар микролам физикасида катта аҳамият касб этади. Сабаби табиатда мавжуд ҳар қандай зарра тўлқин хусусиятига эга бўлади. Шу сабабли олий таълим муассасаларида ўқитиладиган атом физика курсида ана шундай тўлқин ва унинг тенгламасини ўқитиш ҳам долзарб ҳисобланади. Шунинг учун ушбу мақола “Бир жинсли муҳитда тарқалаётган ясси монохроматик тўлқин ва унинг тенгламаси” мавзусини атом физика курсида назарий ўқитиш методикасига бағишланади.

Ҳар қандай мавзуни назарий баён қилиш методикаси маълум бир режа асосида амалга оширилади. Ушбу мавзуни назарий баён қилиш методикаси учун профессор-ўқитувчининг режаси қуйидагича бўлиш мумкин: 1) бир жинсли муҳит, ясси ва

монохроматик тўлқин тушунчалари; 2) тенг фазали ясси монохроматик тўлқин тушунчаси; 3) координата ўқларига нисбатан бирор бурчак остида тарқалаётган ясси монохроматик тўлқин; 4) ясси монохроматик тўлқин формуласини тўлқин вектори модули, яъни тўлқин сони орқали ифодаланиши; 5) тўлқин тенгламаси ва дисперсия қонуни.

Профессор-ўқитувчи режанинг биринчи қисмини қуйидагича баён қилиши мумкин. Одатда монохроматик тўлқин дейилганида, фаза ва амплитудаси вақт ўтиши билан ўзгармайдиган тўлқин тушунилади. Тўлқин сирти ясси текисликдан иборат бўлган тўлқинга ясси тўлқин дейилади. Ихтиёрий танлаб олинган ўқ бўйлаб тарқалаётган тўлқинни ясси тўлқин дейиш мумкин. Барча нуқталарида хоссалари бир хил бўлган муҳит бир жинсли муҳит ҳисобланади.

Ана шу тушунчаларнинг маъносини баён қилиб бўлган профессор-ўқитувчи режанинг иккинчи қисмини баён қилишга ўтади. Механика курсидан маълумки, x ўқи бўйлаб тарқалаётган ясси монохроматик ёки гармоник тўлқин формуласи қуйидаги кўринишга эга:

$$u = a \cos[\omega(t - \frac{x}{c'}) + \delta].$$

Бу ерда a -тўлқиннинг ҳақиқий амплитудаси, u -тарқалаётган тўлқин катталиги, яъни тўлқиннинг мувозанат вазиятига нисбатан силжиши, ω -тўлқиннинг циклик частотаси, $\varphi = [\omega(t - \frac{x}{c'}) + \delta]$ -тўлқин фазаси, δ -тўлқиннинг бошланғич фазаси.

Ясси монохроматик тўлқиннинг фазаси ўзгармас бўлиши учун $t - \frac{x}{c'} = const$ бўлиши етарлидир. Фазаси шундай бўлган ясси монохроматик тўлқинга тенг фазали ясси монохроматик тўлқин дейилади. Юқоридаги шартдан вақт бўйича дифференциал олинса, $c' = \frac{dx}{dt}$ ҳосил бўлади. Бундан c' нинг тезлик маъносига эга эканлиги келиб чиқади. Бу тезликка ясси монохроматик тўлқиннинг фазавий тезлиги дейилади.

Режани ана шундай баёнидан кейин профессор-ўқитувчи режанинг учинчи қисмини баён қилишга ўтади. Ушбу баённинг мазмуни қуйидагича бўлиши мумкин. Ясси монохроматик тўлқин x ўқи билан α , y ўқи билан β , z ўқи билан γ бурчак ташкил қилган x' ўқи бўйлаб тарқалса, бу тўлқин формуласи қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$u = a \cos[\omega(t - \frac{x'}{c'}) + \delta].$$

Координата ўқларининг бурилишидаги координаталарни алмаштириш формулаларига асосан $x' = x \cos \alpha + y \cos \beta + z \cos \gamma$ эканлиги ҳисобга олинса, юқоридаги формула қуйидаги кўринишга келади:

$$u = a \cos[\omega(t - \frac{x \cos \alpha + y \cos \beta + z \cos \gamma}{c'}) + \delta].$$

$\omega = 2\pi\nu$ ва $c' = \lambda\nu$ эканлиги ҳисобга олинса, юқоридаги формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$u = a \cos\left[2\pi\left(vt - \frac{x \cos\alpha + y \cos\beta + z \cos\gamma}{\lambda}\right) + \delta\right].$$

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, профессор-ўқитувчи шундай баёндан сўнг, у режанинг тўртинчи қисмини баён қилишга ўтади. Ушбу баённинг мазмуни қуйидагича бўлиши мумкин. Ясси монохроматик тўлқиннинг сиртига ўтказилган мусбат нормаль йўналиши билан мос тушувчи йўналишга эга $\vec{k}(k_x, k_y, k_z)$ тўлқин векторининг модули ва тегишли ташкил этувчилари қуйидагича топилади:

$$|\vec{k}| = \frac{1}{\lambda}, \quad k_x = \frac{\cos\alpha}{\lambda}, \quad k_y = \frac{\cos\beta}{\lambda}, \quad k_z = \frac{\cos\gamma}{\lambda}.$$

Тўлқин векторининг тегишли ташкил этувчилари формулаларини ҳисобга олган ҳолда юқоридаги тўлқин формуласини қуйидагича ёзиш мумкин:

$$u = a \cos\{2\pi[vt - (xk_x + yk_y + zk_z)] + \delta\} = a \cos[2\pi(vt - k\vec{r}) + \delta].$$

Бу ерда \vec{r} – тўлқин сиртининг исталган нуқтасига ўтказилган радиус-вектор. Ушбу формула бир жинсли муҳитда тарқалаётган ҳақиқий ясси монохроматик тўлқин формуласидир. Бир жинсли муҳитда тарқалаётган умумий ясси монохроматик тўлқин формуласи комплекс кўринишда қуйидагича ёзилади:

$$u = a e^{i[2\pi(vt - k\vec{r}) + \delta]} = a e^{i\delta} e^{i[2\pi(vt - k\vec{r})]} = A e^{i2\pi(vt - k\vec{r})}.$$

Бу ерда $A = a e^{i\delta}$ – ясси монохроматик тўлқиннинг комплекс амплитудаси. Ана шу фикрларни айтган профессор-ўқитувчи режанинг охириги қисмини баён қилишга ўтса бўлади. Унинг мазмуни қуйидагича бўлиши мумкин. Бир жинсли муҳитда тарқалаётган умумий ясси монохроматик тўлқиннинг тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}, \quad \Delta u = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}.$$

Бу ерда $\Delta = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – декарт координаталар системасида ёзилган Лаплас оператори. Ушбу тўлқин тенгламасининг ечими умумий ясси монохроматик тўлқин формуласи бўлади.

Ясси монохроматик тўлқин частотасини тўлқин векторининг компоненталарига боғлиқлигини кўрсатувчи ифодага дисперсия қонуни дейилади. У ясси монохроматик тўлқин табиатини характерлайди. Ясси монохроматик тўлқин учун дисперсия қонуни, яъни классик дисперсия қонунининг кўриниши қуйидагича бўлади:

$$\frac{v^2}{c^2} = k_x^2 + k_y^2 + k_z^2.$$

Шу мавзу бўйича талабаларнинг олган билимларини мустаҳкамлаш ҳамда бу мавзунинг ўтиш методикасини такомиллаштириш учун инновацион педагогик технологиянинг “БББ” методини қўллаш мумкин. Ушбу метод ҳақида кўпгина мақолаларда айтиб ўтилган. Шунинг учун биз ушбу мақолада фақатгина бу методнинг жадвалини келтирамиз. Бу мавзу учун шу жадвалнинг кўриниши қуйидагича бўлади (1-жадвал):

1-жадвал

	Тушунча	Биламан «+», Билмайман«-»	Билдим «+», Била дидим«-».	Билишни айман «+» Билишни амайман «-»
1	Тўлқин			
2	Ясси тўлқин			
3	Монохроматик тўлқин			
4	Бир жинсли муҳит			
5	Тўлқин фазаси			
6	Тенг фазали сирт			
7	Фазавий тезлик			
8	Тўлқин тенгламаси			
9	Дисперсия қонуни			

Ушбу мавзуни назарий шундай баён қилиш ҳамда бунда инновацион педагогик технологиянинг методларини қўллаш талабаларнинг шу мавзуни ўрганишга бўлган қизиқишларини орттиради. Бу мавзу бўйича билим, кўникма ва малакалар ҳосил қилади. Шунингдек, талабаларнинг ушбу мавзу бўйича креатив фикрлаш қобилиятларини ривожлантиради.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Худайберганов, А. М., & Махмудов, А. А. (2018). Атом физикаси, асосий тушунча, қонун, тажриба ва формулалар. *Тошкент. Наврўз*.
2. Худайберганов, А. М., & Махмудов, А. А. (2019). Олий таълим муассасаларида умумий физиканинг “Шредингер тенгламаси” мавзусини ўқитиш бўйича методик қўлланма. *Тошкент. Зилол булоқ*.
3. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). Creative lesson on the general course of physics on the topic "Schrödinger equation". *International Journal of Formal Education.Poland*. 2(3).2023. P. 128-38.
4. Худайберганов, А. М. (2018). Преимственность при изучении энергетических спектров атомов и закономерности в атомных спектрах в квантовой теории. *Физическое образование в ВУЗах*, 24(4), 67-74.
5. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Analysis of the level of coverage of topics expressing Bohr's theory of the hydrogen atom in educational literature. *Studies in Economics and Education in the Modern World*, 1(9).
6. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Creative Lesson on the General Course of Physics on the Topic" Compton Effect". *Vital Annex: International Journal of Novel Research in Advanced Sciences*, 1(6), 140-145.
7. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Use of innovative technologies in improving the methodology of teaching the subject of atomic physics"

Schrödinger's equation" in higher education institutions. *PRINCIPAL ISSUES OF SCIENTIFIC RESEARCH AND MODERN EDUCATION*, 1(9).

8. Худайберганов, А. М. (2022). НИЛЬС БОРНИНГ АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ РИВОЖЛАНИШИГА ҚЎШГАН ҲИССАСИНИ БИЛАСИЗМИ?. *ЇОДКОР О'ҚИТУВЧИ*, 2(23), 363-366.

9. Худайберганов, А. М. (2022). КВАНТ АТОМ ФИЗИКАСИНИ ТУШУНТИРИШДА КВАНТ МЕХАНИК ОПЕРАТОРЛАРНИНГ РОЛИ. *ЇОДКОР О'ҚИТУВЧИ*, 2(22), 321-325.

10. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ «ШТАРК ЭФФЕКТИ» МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШДА ИННОВАЦИОН ПЕДАГОГИК ТЕХНОЛОГИЯ МЕТОДЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ. *ЇОДКОР О'ҚИТУВЧИ*, 3(25), 116-118.

11. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022). МОСЛИК ПРИНЦИПИ ҲАҚИДА НИМАЛАРНИ БИЛИШИМИЗ КЕРАК?. *ЇОДКОР О'ҚИТУВЧИ*, 3(25), 111-115.

12. Худайберганов, А. М. (2022). «ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА УМУМИЙ ФИЗИКАНИНГ «ШРЕДИНГЕР ТЕНГЛАМАСИ» МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШ БЎЙИЧА МЕТОДИК ҚЎЛЛАНМА» НОМЛИ МЕТОДИК ҚЎЛЛАНМАНИНГ МАЗМУНИ НИМАДАН ИБОРАТ?. *ЇОДКОР О'ҚИТУВЧИ*, 2(24), 314-316.

13. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022, December). Атом физикасини «Водород атомининг Бор назарияси» мавзусининг ўқитиш методикасини такомиллаштиришда инновацион педагогик технология методлари ва дидактик ўйиндан фойдаланиш. In *International scientific-practical conference on " Modern education: problems and solutions"* (Vol. 1, No. 6).

14. Худайберганов, А. М. (2022). УМУМИЙ ФИЗИКА КУРСИДАГИ ТЎЛҚИН ФУНКЦИЯ ТУШУНЧАСИНИ КИРИТИШДА ЭҲТИМОЛИЙ-СТАТИСТИК ҲОЯЛАРИНИНГ РОЛИ. *ЇОДКОР О'ҚИТУВЧИ*, 2(21), 45-50.

15. Худайберганов, А. М. (2022). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА ЎҚИТИЛАДИГАН УМУМИЙ ФИЗИКА КУРСИДА ЎТКАЗИЛАДИГАН ДИДАКТИК ЎЙИНЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ НИМАДАН ИБОРАТ?. *ЇОДКОР О'ҚИТУВЧИ*, 2(19), 562-566.

16. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). Creative Lesson on the General Course of Physics on the Topic " Photoelectric Effect". *Pioneer: Journal of Advanced Research and Scientific Progress*, 1(6), 56-59.

17. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). METHODS OF THEORETICAL TEACHING THE TOPIC " COMPTON EFFECT" OF THE SECTION " ATOMIC PHYSICS" OF THE COURSE OF GENERAL PHYSICS IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS. *Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities*, 11(1), 123-131.

18. MAKHMUDOV, A. A. O., & KHUDAUBERGANOV, A. M. (2020). What is the Significance of Conducting Didactic Games in Teaching Atomic Physics Courses in Higher Education. *system*, 7(6).

19. MAKHMUDOV, A. A. O., & KHUDAUBERGANOV, A. M. (2018). What should a future physics teacher know about the history of the atom and its development?. *Вестник науки и образования*, (15-1 (51)), 74-78.

20. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). Teaching methodology of the topic " Stark effect" of the section " Atomic physics" of the course of general physics in higher educational institutions. *American Journal of Research.-USA*, 1(2), 19-26.

21. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2022). CREATIVE LESSON ON THE GENERAL COURSE OF PHYSICS ON THE TOPIC" RUTHERFORD'S EXPERIMENTS AND RUTHERFORD'S FORMULA". *CURRENT RESEARCH JOURNAL OF PEDAGOGICS*, 3(12), 31-35.

22. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2022, April). Что надо понимать под термином “Квантование” в общей физике?. In *Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы VI Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.-Макеева* (Vol. 14, pp. 103-10).

23. Махмудов, А. А. О., & Худайберганов, А. М. (2020). ИЗВЕСТНА ЛИ НАМ РЕВОЛЮЦИЯ, КОТОРУЮ СОВЕРШИЛ ПЛАНК? DO WE KNOW THE REVOLUTION THAT PLANCK MADE?. *M75 Молодежная наука: вызовы и перспективы: материалы*, 106-10.

24. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2021, April). Роль дидактических игр при преподавании курса общей физики в высших учебных заведениях. In *Молодежная наука: вызовы и перспективы. Материалы V Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.-Макеева* (Vol. 8, pp. 133-38).

25. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). Methods of teaching the topic " Bohr's postulates" of the section " Atomic physics" of the course of general physics in higher educational institutions. *EUROPEAN JOURNAL OF INNOVATION IN NONFORMAL EDUCATION*, 3(2), 1-8.

26. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2023). КВАНТ ТЕЛЕПОРТАЦИЯ ВА КВАНТ ЧИГАЛЛИК ҲАҚИДА НИМАЛАРНИ БИЛАМИЗ?. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(26), 229-235.

27. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2023). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА «АТОМ ФИЗИКАСИ» БЎЛИМИНИНГ «ФРАНК-ГЕРЦ ТАЖРИБАЛАРИ» МАВЗУСИНИНГ ЎҚИТИШ МЕТОДИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 3(26), 236-242.

28. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2023). Умумий физиканинг «Атом физикаси» бўлимига оид бўлган «Фотоэффект» мавзусини ўқитишга доир технологик харита тузиш методикаси. *PEDAGOG*, 6(2), 502-508.

29. Махмудов, А. А., & Худайберганов, А. М. (2023). УМУМИЙ ФИЗИКАНИНГ «АТОМ ФИЗИКАСИ» БЎЛИМИГА ОИД БЎЛГАН «КОМПТОН ЭФФЕКТИ»

МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШГА ДОИР ТЕХНОЛОГИК ХАРИТА ТУЗИШ МЕТОДИКАСИ. *PEDAGOG*, 6(3), 341-349.

30. Махмудов, А. А. (2022). ОЛИЙ ТАЪЛИМ МУАССАСАЛАРИДА УМУМИЙ ФИЗИКАНИНГ “ВОДОРОД АТОМИ СПЕКТРЛАРИ ВА УЛАРДАГИ ҚОНУНИЯТЛАР” МАВЗУСИНИ “ШАРТНОМА” ДИДАКТИК ЎЙИНИДАН Фойдаланиб ўқитиш методикаси. *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ*, 2(22), 326-329.

31. Махмудов, А. А. (2018). Методика преподавания темы «Опыты Резерфорда. Формула Резерфорда» раздела атомной физики общего курса физики. *Физическое образование в вузах*, 24(4), 113-21.

32. Махмудов, А. А. (2022). АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ «РЕНТГЕН НУРЛАРИ» МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШДА ИННОВАЦИОН ПЕДАГОГИК ТЕХНОЛОГИЯНИНГ «БББ» МЕТОДИДАН Фойдаланиш методикаси. *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ*, 2(24), 302-305.

33. Махмудов, А. А. (2022). АТОМ ФИЗИКАСИНИНГ «КВАНТЛАШ ТУШУНЧАСИ. ДОИРАВИЙ ОРБИТАЛАРНИ КВАНТЛАШ» МАВЗУСИНИ ЎҚИТИШДА ПЕДАГОГИК ТЕХНОЛОГИЯНИНГ «БББ» МЕТОДИДАН Фойдаланиш методикаси. *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ*, 2(23), 367-370.

34. Махмудов, А. А. (2022). УМУМИЙ ФИЗИКА КУРСИ ДАРСЛАРИДА «ФИЗИК СУД» ВА «ШАХМАТ ЭСТАФЕТАСИ» ДИДАКТИК ЎЙИНЛАРИНИ ЎТКАЗИШ МЕТОДИКАСИ. *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ*, 2(19), 572-575.

36. Махмудов, А. А., & Худайбергенов, А. М. (2023). Умумий физиканинг «Атом физикаси» бўлимига оид бўлган «Комптон эффекти» мавзусини ўқитишга доир технологик харита тузиш методикаси. *PEDAGOG*, 6(3), 341-349.

37. Махмудов, А. А., & Худайбергенов, А. М. (2023). «АТОМ ФИЗИКАСИ, АСОСИЙ ТУШУНЧА, ҚОНУН, ТАЖРИБА ВА ФОРМУЛАЛАР» ЎҚУВ Қўлланмасининг мазмунини нимадан иборат? *ЎЗБЕК О'ҚИТУВЧИ*, 3(27), 97-102.

38. Makhmudov, A. A., & Khudayberganov, A. M. (2023). Creative Lesson on the General Course of Physics on the Topic "Schrödinger Equation". *International Journal of Formal Education.Poland. Vol. 2. Issue 3. 2023. P. 128-38.*

39. А.А. Махмудов. Эрвин Шредингернинг илмий фаолияти қандай бўлган? // XXXXVI Международной научной -практической интернет-конференция. Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации. - Переяслав-Хмельницкий, 27 апреля 2019 года. -С.221-27.