ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-ПРАКТИКАЛЫҚ КОНФЕРЕНЦИЯ МАТЕРИАЛДАРЫ
Орталық Азия ғылымы мен білімі: цифрлық трансформация және тұрақты даму
2026 жылғы 18 желтоқсан · онлайн, Zoom · CASJ-2026
6-СЕКЦИЯ. ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ, ЭКОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТҰРАҚТЫ ДАМУ

DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.24552978

ӘОЖ 53.535:372.853

КӨКЕТАЕВ ЕҢБЕКТЕРІНДЕГІ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ЖӘНЕ СПЕКТРОСКОПИЯ: ФИЗИКА САБАҒЫНДА ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Ж.А. Накипбекова
«Әл-Фараби атындағы мектеп-гимназиясы» КММ, Қарағанды қ., Қазақстан

Накипбекова Жанаргүл Амантаевна — «Әл-Фараби атындағы мектеп-гимназиясы» КММ, Қарағанды қ., Қазақстан.

© Ж.А. Накипбекова, 2026

Аңдатпа: Мақалада қарағандылық физик-ғалым Т.Ә. Көкетаевтың (Көкетай) люминесценция мен спектроскопия саласындағы ғылыми еңбектері шолу ретінде қарастырылады. Ғалымның иондық кристалдардағы рекомбинациялық люминесценция мен радиациялық ақауларды зерттеу нәтижелері 8–9-сынып физика курсының «Жарық құбылыстары», «Атом құрылысы» тақырыптарымен байланыстырылады. Ойын элементтері бар «Ғалым ізімен» сабақ моделі, қарапайым тәжірибелер, есептер мен өлкетанулық материал арқылы оқушылардың оқу мотивациясы мен шығармашылық ойлауын дамыту жолдары ұсынылады.

Түйін сөздер: люминесценция, спектроскопия, фотон, энергия деңгейі, Т.Ә. Көкетаев, ойын технологиясы, оқу мотивациясы.

Кіріспе

Неге оқушы физиканы «қиын пән» деп есептейді? Себебі оқулықтағы «энергия деңгейі», «фотон», «спектр» сияқты ұғымдарды оқушы көзімен көре алмайды, қолына ұстай алмайды. Көрнекілік пен нақты мысал жетпеген жерде формула жаттаулы сөзге айналады, ал пәнге қызығушылық біртіндеп сөнеді. Бүгінгі мектептің ең өзекті мәселелерінің бірі де осы – оқушының оқу мотивациясының төмендігі және теория мен өмір арасындағы алшақтық. Мектепке дейінгі, орта, техникалық және кәсіптік білім беруді дамытудың 2023–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы оқыту сапасын арттыруды, функционалдық сауаттылық пен шығармашылық ойлауды дамытуды басым бағыт ретінде айқындайды [9]. Балалардың пәнге қызығушылығын арттыру үшін отандық ғалымның өмір жолы мен ғылыми жаңалықтарын сабаққа енгізу – ең тиімді тәсілдердің бірі.

Осындай есімдердің бірі – Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің профессоры, физика-математика ғылымдарының докторы Темірғали Әбілдаұлы Көкетаев (ресми құжаттарда – Көкетай). Жаңаарқаның шопан баласы жарты ғасырдан астам уақыт бойы иондық кристалдардағы люминесценция мен спектроскопияның сырын зерттеп, Оксфорд мінберіне дейін көтерілді. Оның еңбектері мектеп физикасының «Жарық құбылыстары», «Атом құрылысы», «Электромагниттік толқындар шкаласы» тақырыптарымен тікелей сабақтас. Алайда өз жерлесіміздің осы мұрасы мектеп сыныптарына әлі де толық жеткен жоқ.

Мақаланың мақсаты – Т.Ә. Көкетаев еңбектеріндегі люминесценция мен спектроскопия мәселелерін талдап, олардың нәтижелерін 8–9-сынып физика сабақтарында ойын технологиясы арқылы қолданудың жолдарын көрсету. Осы мақсатқа жету үшін ғалымның ғылыми жолы мен зерттеу бағыттарына шолу жасалды, зерттеу нәтижелері мектеп

физикасының тақырыптарымен сабақтастырылды, «Ғалым ізімен» сабақ моделі әзірленіп, тәжірибеде сыналды.

Ғалымның ғылыми жолы

Т.Ә. Көкетаев 1938 жылы 25 наурызда Қарағанды облысы Жаңаарқа ауданының Жеткеншек ауылында дүниеге келген. Мектептен кейін екі жыл шопан болып еңбек етіп, 1959 жылы Абай атындағы Қазақ педагогикалық институтының физика-математика факультетіне түседі. 1966 жылы аспирантураға қабылданып, Эстонияның Тарту университетіне іссапарға жіберіледі [7]. Тарту ол кезде кристалдардың люминесценциясын зерттейтін танымал ғылыми орталық еді: дәл осы жерде Ч.Б. Лущик сілтілі-галоидты кристалдардағы электрондарды «ұстап алатын» орталықтарды зерттеген [1]. Жас ғалым 1970 жылы Тартуда кандидаттық диссертациясын қорғайды.

1972 жылы Көкетаев жаңадан ашылған Қарағанды мемлекеттік университетіне ауысып, қатты дене физикасы кафедрасын басқарады. 1988 жылы докторлық диссертация қорғап, 1990 жылы профессор атағын алады; кейін физика факультетінің деканы, ғылым жөніндегі проректор қызметтерін атқарады [7]. 1999 жылы Кембридждегі Халықаралық өмірбаян орталығы оған «XX ғасырдың көрнекті адамы» атағын, 2001 жылы «Жылдың халықаралық ғалымы» атағы мен алтын медальді береді. Ғалым Оксфордта дәріс оқыған тұңғыш қазақ ретінде де белгілі [8]. 2013 жылы Қарағанды қаласының құрметті азаматы атанады. Темірғали Көкетаев 2024 жылы өмірден өтті.

Люминесценция және спектроскопия: ғалым не зерттеді?

Люминесценция – заттың қызбай-ақ жарық шығаруы. Халық оны «суық жарық» деп атайтыны да сондықтан. Шам қыздырылған сымнан жарқыраса, люминесценцияда энергияны жарық, рентген сәулесі немесе радиация береді, ал зат оны жарық күйінде қайтарады. Спектроскопия – сол жарықты түстерге (толқын ұзындықтарына) жіктеп, заттың ішінде не болып жатқанын «оқу» әдісі. Демек спектр – заттың «саусақ ізі» іспетті.

Көкетаев пен оның шәкірттерінің зерттеу нысаны – иондық кристалдар: калий дигидрофосфаты (KDP), калий метафосфаты (KPO_3), калий сульфаты, аммоний галогенидтері. Бұл кристалдарға таллий, марганец, европий сияқты қоспа иондары енгізіліп, сәулелендірілгеннен кейін олардың қалай жарқырайтыны зерттелді. Мысалы, KPO_3 кристалында қоздыру мен сәуле шығару спектрлерінің максимумдары 3,76 және 4,90 эВ болса, шыны тәрізді күйде бұл мәндер 3,85 және 5,15 эВ-қа ығысатыны анықталды [2]. Бір ғана заттың құрылымы өзгергенде оның «жарық қолтаңбасы» да өзгереді екен. KDP кристалында сәулеленуден кейін таллий иондары зарядын өзгертіп, рекомбинация орталықтарына айналатыны көрсетілді [3].

Ғалымның басты ұғымдарының бірі – рекомбинациялық люминесценция. Радиация кристалдағы электронды өз орнынан ұшырып жібереді; ол кристалдың ақауларында «қамалып» қалады. Кристалды қыздырғанда электрон босап, орнына оралады да, артық энергиясын жарық күйінде шығарады. Бұл – термостимулданған люминесценция. Калий сульфаты кристалдарында европий иондары сәулелену әсерінен кемтіктік (дырочный) орталықтарға айналатыны [4], ал аммоний хлоридінде 240 К температурада байқалатын жарқыраудың шыңы кристалдың фазалық ауысуымен байланысты екені анықталды [5; 6].

Бұл зерттеулер тек зертханада қалған жоқ. Көкетаевтың калий сульфаты негізінде рентгендік күшейткіш экрандарға арналған люминофор алу тәсіліне 2007 жылы патент алғаны белгілі [10]. Яғни ғалымның еңбегі медицинадағы рентген зерттеуімен тікелей байланысты. Сонымен қатар ол «Орысша-қазақша физика терминдерінің сөздігі» мен «Конденсацияланған орталардың оптикасы және люминесценциясы» еңбектерінің авторы [10]. Физик бола тұрып ана тілінің ғылыми әлеуетіне үлес қосуы – қазақ тілінде физика оқытатын мұғалім үшін айрықша тәрбиелік мысал: ғалым жасаған терминдерді біз бүгін сабақта күнде қолданамыз.

Ғалым еңбегін физика сабағына қалай әкелеміз?

Көкетаевтың зерттеулері мектеп физикасының бірнеше тарауымен тікелей үндеседі. 8-сыныптағы «Жылу құбылыстары» мен «Жарық құбылыстары», 9-сыныптағы «Атом

құрылысы», «Электромагниттік толқындар шкаласы» тақырыптарында ғалымның нәтижелерін нақты мысал ретінде алуға болады. Оқулықтағы «атом жарық шығарады» сөйлемінің артында жарты ғасырлық зертханалық еңбек тұрғанын оқушы өз жерлесінің мысалынан көреді.

Күрделі ұғымды оқушыға жеткізудің ең тиімді жолы – ұқсастық пен ойын. Рекомбинациялық люминесценцияны «орындық ойыны» арқылы түсіндіруге болады: оқушы (электрон) орнынан тұрып, сынып ішіндегі «тұзаққа» (ақауға) тоқтайды; мұғалім «жылу» деп белгі бергенде ғана орнына оралып, қолындағы шамды жағады. Бір минуттық ойын «энергия деңгейі», «қамалу», «рекомбинация» сияқты абстрактілі ұғымдарды көрнекі етеді, ал Бор постулаттарын түсінуге көпір болады.

Ғалымның нақты сандары есеп шығаруға да таптырмас материал. Фотон энергиясы мен толқын ұзындығының байланысын ($\lambda = hc/E$, яғни λ, нм $\approx 1240 / E$, эВ) қолданып, 9-сынып оқушысы KPO_3 кристалының сәуле шығару максимумын (4,90 эВ) өзі есептей алады: $\lambda \approx 253$ нм. Нәтиже бірден жаңа сұрақ туғызады: «Бұл ультракүлгін сәуле, оны көз көрмейді. Ендеше ғалымдар оны қалай тіркеген?» Осылайша спектроскоп пен фотоқабылдағыш туралы әңгіме өздігінен басталады. Ал 8-сыныпта термостимулданған люминесценция ішкі энергия мен жылу берілу тақырыбын жаңаша қырынан ашады.

Осы мазмұн негізінде ойын элементтері бар «Ғалым ізімен» сабақ моделі құрастырылды (1-кесте). Сабақ станциялық квест түрінде өтеді: топтар әр кезеңнен ұпай мен белгіше жинайды, ал соңғы «кілт» – ғалым туралы бір дерек.

1-кесте. «Ғалым ізімен» сабақ моделі (физика, 8–9-сынып)

Кезең	Ойын элементі	Мазмұны	Оқушы нәтижесі
1. Мотивация	«Тарту хаты» – ғалымнан келген жұмбақ хат	Проблемалық сұрақ: «Неліктен кейбір заттар қызбай-ақ жарқырайды?»	Болжам айтады, сұрақ қояды
2. Зерттеу	«Кристалдар зертханасы» станциясы	Ультракүлгін шам астында тоник, банкнот, жарқырайтын жапсырманы бақылау; жапсырманы жылыту	Люминесценция түрлерін ажыратады
3. Спектр	«Спектр шебері» тапсырмасы	CD-дискіден жасалған спектроскоппен қыздыру шамы, жарықдиодты шам және люминесценттік шам жарығын салыстыру	Тұтас және сызықтық спектрді ажыратады
4. Есеп	«Ғалымның саны»	Ғалым өлшеген энергия мәндері бойынша (4,90 эВ; 3,76 эВ) толқын ұзындығын есептеу	$\lambda = hc/E$ формуласын қолданады
5. Тіл	«Ғалымның сөздігі»	Терминдерді үш тілде сәйкестендіру: люминесценция, спектр, фотон, ақау, рекомбинация	Терминді дұрыс қолданады
6. Рефлексия	«Жарық картасы», ұпай мен белгіше	Топтың жиған ұпайы, «бүгін не жарқырады?» сұрағы	Өз білімін бағалайды

Тәжірибелерге қымбат құрал қажет емес: 365–395 нм аз қуатты ультракүлгін шам, тоник (құрамындағы хинин көгілдір жарқырайды), бір парақ банкнот, қараңғыда жарқырайтын жапсырма және ескі CD-диск жеткілікті. Жапсырманы шаммен «зарядтап», кейін алақанмен жылытқанда оның жарқырауы күшейеді – бұл термостимулданған люминесценцияның мектептегі ең қарапайым үлгісі. Қауіпсіздік ережесі міндетті түрде түсіндіріледі: ультракүлгін шамды көзге бағыттауға болмайды.

Тәжірибеден алынған байқаулар

Модель 8–9-сынып оқушыларымен өткізілген физика сабақтарында сыналды. Байқау нәтижесінде бірнеше заңдылық айқындалды. Біріншіден, кәдімгі тоник пен банкноттың ультракүлгін сәуле астында жарқырауы оқушыларда шынайы таңданыс туғызды, ал таңданыстан сұрақ туады: «Жарық қайдан пайда болды, зат қызған жоқ қой?» Екіншіден, ғалым өлшеген нақты сандармен есеп шығару оқушыларға формуланың «оқулықтан тыс» өмірі бар екенін көрсетті. Үшіншіден, сабақта сирек сөйлейтін оқушылар станциялық жұмыста белсенділік танытты, өйткені әр топ мүшесінің нақты рөлі болды. Ғалымның жерлесіміз екенін, шопан ауылынан Оксфорд мінберіне дейін жеткенін білгенде, оқушылар физиканы «алыстағы адамдардың ісі» деп қабылдауын тоқтатты. Қиындық та болды: «ақау», «рекомбинация» сияқты терминдер ұқсастықсыз қиын меңгеріледі, сондықтан ойын мен көрнекілік мұнда қосымша емес, қажеттілік.

Қорытынды

Т.Ә. Көкетаевтың люминесценция мен спектроскопия саласындағы еңбектері – тек ғылыми зертханаға арналған мұра емес. Олар физика сабағында «суық жарық» құбылысын түсіндіруге, атом құрылысы мен фотон ұғымын нақты деректермен бекітуге және оқушының ғылымға қызығушылығын оятуға мүмкіндік береді. Ойын технологиясы күрделі ұғымды қолжетімді етсе, өлкетанулық материал оған жан бітіреді. Әр мектеп өз өңірінің ғалымын сабаққа әкелсе, ғылым оқушы үшін бөтен дүние болудан қалар еді. Жарқыраған кристалдың сырын ашқан ғалымның ізімен жүру – біздің оқушыларымыздың да бір күні өз жаңалығын ашуына жол ашады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. Лущик Ч.Б. Исследование центров захвата в щелочно-галоидных кристаллофосфорах // Труды Института физики и астрономии АН ЭССР. – Тарту, 1955. – № 3.

2. Кукетаев Т.А., Балтабеков А.С., Тулегулов А.Д., Аманбаева Д.Б. Фото- и рекомбинационная люминесценция KPO_3 // Вестник Карагандинского университета. – 2009.

3. Кукетаев Т.А., Ким Л.М., Тагаева Б.С., Балтабеков А.С. Оптические и радиационные свойства KDP, активированного ионами таллия // Вестник КазНУ. Серия физическая.

4. Көкетай Т.Ә., Ибраева А.Д., Сыздыкова З.Р. Исследование рекомбинационной люминесценции сульфата калия, активированного нитратом и оксидом европия // Вестник Карагандинского университета. Серия «Физика». – 2015.

5. Koketayev T.A., Tussupbekova A.K. Polymorphic phase transitions and recombination luminescence in ammonium halide crystals // Physical Sciences and Technology. – 2019. – Vol. 6, No. 3–4. – P. 71–78.

6. Koketai T. et al. The Effect of Pre-irradiation Defects on the Recombination Luminescence in Activated Crystals K_2SO_4 // Physics Procedia. – 2015.

7. Кокетайтеги (Кукетаев) Темиргали Абильдаулы [Электронный ресурс] // Маслихат города Караганды. – 2023. – URL: https://www.gov.kz/memleket/entities/maslihat-karagandy/press/article/details/108237

8. Ушел из жизни казахстанский физик Темиргали Кокетаев [Электронный ресурс] // Kazinform. – 2024. – URL: https://www.inform.kz/ru/ushel-iz-zhizni-kazahstanskiy-fizik-temirgali-koketaev-99e4f9

9. Қазақстан Республикасында мектепке дейінгі, орта, техникалық және кәсіптік білім беруді дамытудың 2023–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы: ҚР Үкіметінің 2023 жылғы 28 наурыздағы № 249 қаулысы.

10. Көкетай Т.Ә. Ғылыми профиль [Электрондық ресурс] // Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университеті. – URL: https://up.buketov.edu.kz/buketov/profile_fn/koketai_ru.pdf