

Омарова Гульден Сериковнаның 6D060400-«Физика» мамандығы бойынша PhD философия докторы дәрежесін қорғауға арналған «Металл нанобөлшектерінің плазмондық эффектісінің полиметин бояғыштарының спектрлік-люминесценттік және генерациялық сипаттамаларына әсері» тақырыбындағы диссертациялық жұмысына РЕСМИ САРАПШЫНЫҢ ҚОРЫТЫНДЫСЫ

р/н №	Критерийлер	Критерийлерге сәйкестігі (жауап нұсқаларының бірі белгіленуі керек)	Ресми рецензенттің ұстанымын негіздеуі
1.	Диссертация тақырыбының (бекіту күніне) ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкес болуы	<p>1.1 Ғылымның даму бағыттарына және/немесе мемлекеттік бағдарламаларға сәйкестігі:</p> <p>1) Диссертация мемлекет бюджетінен қаржыландырылатын жобаның немесе нысаналы бағдарламаның аясында орындалған (жобаның немесе бағдарламаның атауы мен нөмірі):</p>	<p>Диссертация Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі үйлестірген грант және БМҚ аясындағы ғылыми-зерттеу жұмыстарының жоспарларына сәйкес орындалды:</p> <p>«Конденсирленген молекулалық орталардағы плазмон-күшейтілген фотофизикалық үдерістер (AP08856161, 2020-2022 жж.);</p> <p>«Наноплазмоника: нанокұрылымдардың синтезі, қасиеттерді зерттеу және қазіргі заманғы қолдану» (BR05236691, 2018-2020 жж.).</p>
2.	Ғылымға маңыздылығы	Жұмыс ғылымға елеулі үлесін қосады, ал оның маңыздылығы ашылған.	<p>Диссертацияда әртүрлі құрылымдағы индополикарбоцианин бояғыштарының (10- және 11-ші суреттер) молекулаларындағы плазмон-күшейтілген фотопроцестер зерттелді. Полиметин бояғыштардың флуоресценциясының плазмондық күшеюінің бояғыш құрылымына, сонымен қатар Ag нанобөлшектері мен полиметин бояғыштарының жұтылу және флуоресценция жолақтарының спектрлік қабаттасуына тәуелділігі зерттелген (21- және 22-ші суреттер). Индополикарбоцианиндердің полиметиндік тізбегі ұзарған кезде, флуоресценция қарқындылығының күшейту коэффициенті артатыны көрсетілген (2-кесте), дегенмен Ag нанобөлшектері мен бояғыштардың арасындағы спектрлік қабаттасу төмендейді.</p> <p>Индополикарбоцианин молекулаларының қозған күйін дезактивациялауға плазмондық нанобөлшектердің әсерін ескеретін, математикалық модель ұсынылған (23-ші сурет).</p> <p>Фестер энергиясын тасымалдау бояғыш молекулалардан Ag нанобөлшектер дейінгі индополикарбоцианиндердің флуоресценциясына да әсер ететіні</p>

			<p>анықталды (52-53-ші беттер, 2-кесте). Ерітінділердегі функционалды полиметин бояғыштарының молекулаларындағы плазмондық эффект зерттелді (11-ші сурет, 56-ші бет, 3 және 5-кестелер). Плазмондық металл нанобөлшектерін қосқан кезде, полиметин бояғыштарының жұтылуы, сонымен бірге сәуле шығарғыштық қабілеттілігі де артады (58-ші бет). Функционалды бояғыштарға плазмондық нанобөлшектердің көбірек әсер ететіндігі көрсетілген (56-ші бет, 5-кесте).</p> <p>Ag/TiO₂ «ядро/қабықша» нанокұрылымын қосқан және қоспаған кездегі, сонымен қатар сульфотоптары бар полиметин бояғышы енгізілген титан диоксиді қабыршақтарында спектрлік-люминесценттік және фотовольтаикалық қасиеттерге плазмондардың әсері функционалды бояғыштары үшін байқалған (56-ші бет, 5 және 6-кестелер, 59-ші бет, 62 және 68-ші беттер). Ag/TiO₂ нанокұрылымдарды қосқан кезде, TiO₂ қабыршағында бояғыштардың жарқырау қарқындылығының 60 – 90% өсуі байқалды (6-кесте, 62 және 68-ші беттер). Бояғыштардың қозған күйлерінің қасиеттеріне плазмондық нанобөлшектердің әсер ету механизмі ұсынылған. Плазмондық нанокұрылымдарды қосқан кезде, күн ұяшықтары тиімділігінің 1,2 – 2 есе өсуі байқалды (7 және 8-кестелер). Мерицианин бояғышының спектрлік-люминесценттік және генерациялық қасиеттеріне Ag нанобөлшегінің әсері зерттелген (11-ші сурет, 10-кесте). Диссертациялық жұмыс тақырыбының маңыздылығы жақсы ашылған.</p>
3.	Өзі жазу принципі	Өзі жазу деңгейі: 1) жоғары;	1) Диссертациялық зерттеуді орындау өзі жазу деңгейі жоғары.
4.	Ішкі бірлік принципі	4.1 Диссертация өзектілігінің негіздемесі: 1) негізделген;	1) Диссертацияда келтірілген ғылыми деректердің өзектілігі негізделген. Қазіргі оптикалық спектроскопия мен люминесценцияның маңызды міндеттерінің бірі плазмондық нанобөлшектердің бетіне жақын өтетін, органикалық бояғыштар мен молекулалық ансамблдердегі фотофизикалық процестерді зерттеу болып табылады. Металл нанобөлшектердің бетіне жақын орналасқан, органикалық бояғыш молекулалары локализацияланған

			<p>электромагниттік өрістерге ұшырайды. Бұл жағдайда нанобөлшектер мен органикалық молекулалар арасындағы қашықтыққа байланысты сәулеленетін және сәулеленбейтін молекулааралық электронды өтулердің жылдамдығы не жоғарлайды, не төмендейді. Бұл эффектілерді оптикалық нанотехнологияда белгілі бір қасиеттері бар ортаны құру кезінде, сондай-ақ жоғары сезімтал люминесцентті сенсорларда, оптоэлектрондық құрылғыларда, нанолазерлерде және т. б. қолдануға болады. Диссертацияда металл нанобөлшектерінің плазмондық эффектісінің әртүрлі химиялық құрылымдағы полиметин бояғыштарының спектрлік-люминесценттік, фотовольтаикалық және генерациялық сипаттамаларына әсері зерттелген (11, 32-34-ші суреттер, 5, 6, 10-кестелер, 56, 59, 62, 68-ші беттер). Ag нанобөлшектері плазмондарының, полиметин бояғыштарының спектрлік-флуоресценттік қасиеттеріне әсері олардың полиметиндік тізбегінің ұзындығына байланысты зерттелді (2-кесте). Эксперименттік мәліметтер бояғыш молекуланың плазмондық нанобөлшекпен әрекеттесуін ескеретін математикалық модель негізінде қарастырылған (23-ші сурет). Ag/TiO₂ «ядро/қабықша» нанокұрылымдарының функционалды полиметин бояғыштарының спектрлік-люминесценттік және фотовольтаикалық қасиеттеріне әсері зерттелді (59-ші бет). Жақын инфрақызыл диапазоны үшін белсенді лазерлік орталарды құрастыру мақсатында анодталған алюминий оксидінің қабыршақтарындағы және этанол ерітінділеріндегі бейтарап мероцианин бояғышының, сондай-ақ катионды электронды-симметриялық емес полиметин бояғыштардың спектрлік-люминесценттік және генерациялық қасиеттеріне Au нанобөлшектерінің әсері зерттелді (37 и 42-ші суреттер, 84-ші бет).</p>
	4.2	Диссертация мазмұны диссертация тақырыбын айқындайды	1) Диссертацияның мазмұны диссертация тақырыбын және зерттелетін мәселенің мазмұнын толық ашады.
		1) айқындайды;	
	4.3.	Мақсаты мен міндеттері диссертация	1) Мақсаты мен міндеттері диссертация тақырыбына сәйкес келеді. Мақсатқа жету

		тақырыбына сәйкес келеді:	металл нанобөлшектерінің плазмондық эффектісінің ерекшеліктерінің әртүрлі химиялық құрылымдағы полиметин бояғыштарының спектрлік-люминесценттік, генерациялық және фотовольтаикалық сипаттамаларына әсерін зерттеу болып табылады.
		1) сәйкес келеді;	
		4.4. Диссертацияның барлық бөлімдері мен құрылысы логикалық байланысқан:	1) Диссертацияның барлық бөлімдері мен қағидалары қисынды түрде өзара байланысты, оны алынған ғылыми мәліметтер мен оларды талдаудан көруге болады.
		1) толық байланысқан.	
		4.5 Автор ұсынған жаңа шешімдер (қағидаттар, әдістер) дәлелденіп, бұрыннан белгілі шешімдермен салыстырылып бағаланған:	1) Автор алған нәтижелер теориялық түрде негізделген және талдау арқылы дәлелденген.
		1) сыни талдау бар.	
5.	Ғылыми жаңашылдық принципі	5.1 Ғылыми нәтижелер мен қағидаттар жаңа болып табыла ма?	1) Металл нанобөлшектерінің плазмондық эффектісінің полиметин бояғыштарының спектрлік-люминесценттік, генерациялық және фотовольтаикалық сипаттамаларына әсері бойынша диссертацияда келтірілген ғылыми нәтижелер жаңа болып табылады.
		1) толығымен жаңа.	
		5.2 Диссертацияның қорытындылары жаңа болып табыла ма?	1) Диссертацияның қорытындылары толығымен жаңа, сонымен қатар бұрын белгілі нәтижелерді қорытындылайды.
		1) толығымен жаңа.	
		5.3 Техникалық, технологиялық, экономикалық немесе басқару шешімдері жаңа және негізделген бе?	1) Диссертацияда алынған нәтижелер эксперименттік түрде сипатталған. Оларды оптикалық құрылғыларды, жоғары тиімді люминесцентті жарық көздерін, молекулалық электрониканың функционалды элементтерін және фотовольтаикалық құрылғыларды ғылыми негіздерді құру үшін пайдалануға болады және толығымен жаңа.
		1) толығымен жаңа.	
6.	Негізгі қорытындылардың негізділігі	Барлық қорытындылар ғылыми тұрғыдан карағанда аукымды дәлелдемелерде негізделген	Барлық негізгі нәтижелер эксперименттік зерттеулерге негізделген.
7.	Қорғауға шығарылған негізгі қағидаттар	Әр қағидат бойынша келесі сұрақтарға жауап беру қажет:	
		7.1 Қағидат дәлелденді ме?	1) Қорғауға ұсынылған барлық негізгі қағидаттар қатаң эксперименттік мәліметтермен дәлелденді.
		7.2 Тривиалды ма?	2) Қорғауға шығарылатын барлық қағидаттар тривиалды болып табымайды.
		2) жоқ	

		7.3 Жаңа ма? 1) ия;	1) Алынған қағидаттар жаңа болып табылады
		7.4 Қолдану деңгейі: 3) кең	3) Органикалық фотовольтаикалық құрылғылармен күн сәулесін түрлендірудің тиімділігін арттыру үшін, плазмондық нанокұрылымдардың полиметин бояғыштарының сенсбилизацияланған күн ұяшықтарының тиімділігіне әсері бойынша эксперименттік мәліметтерде қолданылады. Локализацияланған беттік резонанс негізінде реттелетін лазерлердің белсенді элементтерін іске асыру үшін, органикалық бояғыштардың мәжбүрленген люминесценциясына металл нанобөлшектердің әсері туралы деректер пайдаланылуы мүмкін.
		7.5 Мақалада дәлелденген бе? 1) ия.	1) Барлық негізгі нәтижелер толық дәлелдемелері бар 17 мақалада жарияланды, оның ішінде Thomson Reuters және Scopus базасына кіретін журналдарда 4 мақала (1 мақала Journal of Luminescence, IF – 3.599, Q1; 1 мақала Optics and Spectroscopy, IF – 0.891, Q4; 1 мақала Engineered Science, Процентиль, Scopus 98; 1 мақала Materials Today: Proceedings, Процентиль, Scopus 38); РФДИ деректер базасына кіретін журналдарда 2 мақала, ҚР БҒМ Білім және ғылым саласындағы бақылау комитеті ұсынған журналдарда 2 мақала, және халықаралық конференциялар материалдарында 9 мақала жарияланды, оның ішінде 2 шетел конференциясының материалдарында).
8.	Дәйектілік принципі	8.1 Әдістеменің таңдауы - негізделген немесе әдіснама нақты жазылған 1) ия.	1) Диссертацияның негізгі нәтижелерін алу үшін фотонды санаудың лазерлік кинетикалық спектроскопиясы, стационарлық флуориметрия және абсорбциялық спектроскопия, морфологиясы және құрамы сканерлейтін электронды микроскопия (СЭМ), стационарлық вольтамперметрия және импеданс спектроскопиясы және бояғыштардың генерациялық сипаттамалары генерация спектрлерін өлшеу арқылы импульсті лазерлік фотокоздыруда пайдаланды.
	Дереккөздер мен ұсынылған ақпараттың дәйектілігі	1) ия.	
		8.2 Диссертация жұмысының нәтижелері компьютерлік технологияларды қолдану арқылы ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістері мен	1) Диссертациялық жұмыстың нәтижелері ғылыми зерттеулердің қазіргі заманғы әдістерін пайдалана отырып алынды.

		деректерді өңдеу және интерпретациялау әдістемелерін пайдалана отырып алынған: 1) ия.	
		8.3 Теориялық қорытындылар, модельдер, анықталған өзара байланыстар және заңдылықтар эксперименттік зерттеулермен дәлелденген және расталған 1) ия.	1) Диссертацияның теориялық тұжырымдары эксперименттік зерттеулермен дәлелденді және халықаралық ғылыми конференциялар мен ғылыми семинарларда талқыланған.
		8.4 Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған	Маңызды мәлімдемелер нақты және сенімді ғылыми әдебиеттерге сілтемелермен расталған.
		8.5 Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі әдеби шолуға жеткілікті.
9	Практикалық құндылық принципі	9.1 Диссертацияның теориялық маңызы бар: 1) ия.	1) Диссертациялық жұмыста алынған нәтижелер металл нанобөлшектердің бетіне жақын фотофизикалық процестердің ерекшеліктерінің теориясын түсіндіру үшін жоғары теориялық мәнге ие. Индополикарбоцианин молекулаларының қозған күйін дезактивациялауға плазмондық НБ әсерін ескеретін, математикалық модель ұсынылған.
		9.2 Диссертацияның практикалық маңызы бар және алынған нәтижелерді практикада қолдану мүмкіндігі жоғары: 1) ия.	1) Диссертацияның практикалық маңызы бар, алынған нәтижелер әртүрлі полиметин бояғыштарының фотоникасына плазмондық металл нанобөлшектерінің әсерін кешенді теориялық және эксперименттік зерттеу, синтезделген наноқұрылымдың физика-химиялық қасиеттерін болжауға мүмкіндік береді. бұл белгілі бір қасиеттері бар жана материалдарды жасау кезінде маңызды және т. б.
		9.3 Практикалық ұсыныстар жаңа болып табылады? 1) толығымен жаңа.	1) Практикалық ұсыныстар толығымен жаңа болып табылады.
10.	Жазу және ресімдеу сапасы	Академиялық жазу сапасы: 1) жоғары.	1) Диссертациялық жұмысты жазу және ресімдеу сапасы жоғары.

«Металл нанобөлшектерінің плазмондық эффектісінің полиметин бояғыштарының спектрлік-люминесценттік және генерациялық сипаттамаларына әсері» атты диссертацияның мазмұны мен рәсімделуі барлық талаптарды толық қанағаттандырады. Мазмұны бойынша келесі **ескертулер мен ұсыныстар бар**:

1. 7-кестедегі 62-бетте 5-бояғыштың 2,0 мас% үшін ПӘК 2,5% емес, 2,25% болуы керек.

7-кестедегі 62-бетте барлық ПӘК тиімділік мәндері 10 есе артық бағаланған болып көрінеді. Өздеріңіз білетіндей, тиімділік $\eta = I_{sc} \cdot V_{oc} \cdot FF / P_{in}$ формуласымен анықталады, мұнда I_{sc} - қысқа тұйықталу тогы. $\eta = J_{sc} \cdot V_{oc} \cdot FF / P_{in}$ 41-беттегі (17) формуладағы, сондай-ақ 62-беттегі 7-кестедегі автор әдетте ток тығыздығын білдіретін I_{sc} мәнін (mA/cm^2) пайдаланады. Бұл үлгінің ауданы $1 cm^2$ болса, содан кейін $J_{sc} = I_{sc}$ болады және $100 mW/cm^2$ (41-бет) түскен сәуле ағынының тығыздығын кіріс қуаты P_{in} ретінде анықтауға болады, бұл қолайлы. Алайда, бұл мәндерді 7-кестедегі (17) формулаға қойған кезде ПӘК тиімділік мәндері 7-кестеде көрсетілгеннен 10 есе аз болып шығады. Мұны түсіндіруге бола ма?

62-бетте автор «Сонымен қатар, ПБ4 бояғыш үшін максималды ПӘК тіркелді.» деп жазады. Шамасы, ПБ4 орнына ПБ5 жазу керек, өйткені 7-кестеде автор ПБ5-ке жоғары тиімділік мәндерін 2,14%, 2,48% және 2,6% береді.

53-бетте «... (DSSC) 20 жыл бұрын жасалған ...» орнына «... (DSSC) 30 жыл бұрын жасалған ...» деп жазу дұрысырақ.

2. Диссертация мәтінін аударған кезде, мағынасы өзгеріске ұшыраған мәтін бар: «Шварцшильд негізінде» орнына «Шварцшильд оптикасының негізінде» (37-бетте).

3. Мәтінде орфографиялық қателер бар: «тиофенсі бар» орнына «тиофені бар» (29-бетте); «бетіке» орнына «бетіне» (60-бетте); «бояғыштарымен» орнына «бояғыштарымен» (61-бетте).

Алайда бұл көрсетілген ескертулер диссертация нәтижелерінің ғылыми және практикалық құндылығын төмендетпейді.

Пікір: Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету Комитеті алдында Омарова Гульден Сериковнаға 6D060400 – «Физика» мамандығы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін беру үшін ұсыныс жасалады.

Қазақстан-Британ техникалық университетінің профессоры,
физика-математика ғылымдарының докторы
IUCr reviewer, Certified Elsevier reviewer



Бейсенханов Н.Б.

