



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени АБАЯ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ

НАУЧНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ИЗДАНИЕ

Материалы секции «Физика»
77-ежегодной научной конференции студентов и магистрантов КазНПУ
им. Абая

(Алматы, 17 ноябрь 2022)



Алматы
КазНПУ им. Абая
2022

УДК 53
ББК 22.3
М34

Редакционная коллегия:

Косов В.Н., Тлебаев К.Б., Хамраев Ш.И.,
Рыстыгулова В.Б., Насирова Д.М.

Главный редактор Рыстыгулова В.Б.
Ответственный за выпуск Султанова К.Ж.

Материалы секции «Физика» 77-ежегодной научной конференции студентов и магистрантов КазНПУ им. Абая [Электронный ресурс] / Гл. ред. Рыстыгулова В.Б., отв. секретарь Султанова К.Ж. – Электрон. текстовые дан. (1500 Мб.) – Алматы: Альманах, 2022. – Режим доступа: <https://xxxxxxxxxxxxxx>, свободный – Материалы секции «Физика» 77-ежегодной научной конференции студентов и магистрантов КазНПУ им. Абая. **ISBN 978-601-353-140-3**

Аннотация. Издание представляет собой сборник расширенных материалов докладов и сообщений 77-й научной конференции студентов и магистрантов Казахского Национального Педагогического Университета по секции «Физика», Алматы, 2022г. Научное электронное издание содержит материалы, тезисы и сообщения по следующим направлениям: физика конденсированного состояния, ядерная физика, физика флюидов и плазмы, астрономия и астрофизика, междисциплинарная физика, механика, исследования в области образования (физика). Представленные материалы подготовлены студентами и молодыми учеными из различных университетов и научно-исследовательских организаций. Они охватывают широкий круг фундаментальных и прикладных проблем в современной физике.

Электронное издание сборника тезисов проводилось с авторских листов участников конференции. За ошибки и опечатки ответственность несут авторы представленных материалов.

УДК 53
ББК 22.3
М34

© Казахский национальный педагогический университет имени Абая, 2022

ISBN 978-601-353-140-3



Мазмұны

1	2022 ЖЫЛДАҒЫ ЖОҒАРҒЫ ҚУАТТЫ КҮН ЖАРҚЫРАУЛАРЫ ТУРАЛЫ Қыдырхан Динара, Нагашбаева Гулнур, Сайлаубекқызы Мадина <i>Абай атындағы ҚазҰПУ 6В05302-Физика ББ 4 курс студенттері</i>	
2	МОНОТЕРМИТТИ ҮЛГІЛЕРДЕГІ ДЕГИДРАТАЦИЯ БАРЫСЫНДАҒЫ ЖЫЛУӨТКІЗГІШТІК ҮДЕРІСТЕРІН ЗЕРТТЕП ОҚЫП ҮЙРЕНУ. Айдарбекова Аяулым, Нұрғазы Гульнур, Рамет Бибіфатима, 4 курс студенттері, «6В05302-Физика»	
3	МОДЕЛДІК КЕРАМИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕРДЕГІ МАССАТАСЫМАЛДАУ ҮДЕРІСТЕРІН ЗЕРТТЕП ОҚЫП ҮЙРЕНУ. Мұхаммедин Айнұр, Сауранбекова Индира, Тоқтасын Айдана, 4 курс студенттері, «6В05302-Физика»	
4	КҮРДЕЛІ ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТІ ЕСЕПТЕУДІ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ Ә.Е.Жаксымуратова, Г.Қ. Азым, Г.Б.Дүйсебай <i>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан</i>	
5	ГЕЛЬМГОЛЬЦ КАТУШКАСЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН ЭЛЕКТРОННЫҢ МЕНШІКТІ ЗАРЯДЫН АНЫҚТАУ С. Жұмағұл , М. Д. Исматуллаева , Р. А. Амралі <i>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан</i>	
6	ЕКІ ЭЛЕКТРОНДЫ ЖҮЙЕНІҢ АТОМДЫҚ СПЕКТРЛЕРІН ОҚЫП-ЗЕРТТЕУ Д.Т. Қараней, Б.М.Исембай, Т.Н Жанғазы <i>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан</i>	
7	ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ КӨМІР КЕНІШТЕРІНЕН АЛЫНҒАН КӨМІР, КӨМІР КҮЛІНІҢ ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫН АНАЛИТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРМЕН АНЫҚТАУ	

	<p>Д. Баймолда¹, Ш. Шынғысова², А. Досымбек³ ¹ Физика ғылымының PhD докторы, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің профессоры, Алматы қ., Қазақстан ² Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің 3 курс докторанты, Алматы қ., Қазақстан ³ Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің 2 курс магистранты, Алматы қ., Қазақстан</p>	
8	<p>ЖҰЛДЫЗДЫ ЗАТТЫҢ НЕЙТРОНИЗАЦИЯЛАУ ПРОЦЕСІНІҢ СИПАТТАМАСЫ</p> <p>Болатбаев Е.Б.* * Абай ат. КазҰПУ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, 7М05302-Физика ФБ 2 курс магистранты</p>	
9	<p>КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНЕ</p> <p>К.Б. Тлебаев, А.Б. Сапарғалиева, М.К. Шияпов Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан</p>	
10	<p>ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ КЕЙБІР ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІН ҚАРАСТЫРУ</p> <p>Қапан Ұ. А., Мухаметханов И. Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті Алматы қ., Қазақстан Республикасы</p>	
11	<p>ЖҰЛДЫЗДАР ЭВОЛЮЦИЯСЫНЫҢ ӘРТҮРЛІ КЕЗЕҢДЕРІНДЕГІ НУКЛЕОСИНТЕЗДІҢ РӨЛІ</p> <p>Жақсылықова А.* * Абай ат. КазҰПУ 7М05302-Физика ФБ 1 курс магистранты</p>	
12	<p>КҮНДЕ ЖҮРЕТІН ПРОЦЕССТЕР МЕН РЕАКЦИЯЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ</p> <p>Орынбасар Н* * Абай ат. КазҰПУ 7М05302-Физика ФБ 1 курс магистранты</p>	
13	<p>ЕКІ АЛЬФА БӨЛШЕКТИҢ СЕРПІМДІ СОҒЫСУ РЕАКЦИЯЛАРЫН ЗЕРТТЕУ</p> <p>Ернар нұрасыл, Орынбасар нұрдаулет Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан</p>	
14	<p>ЖАЗЫҚ ВЕРТИКАЛЬ КАНАЛДАҒЫ МОЛЕКУЛАЛЫҚ МАССАТАСЫМАЛДАУДЫҢ ШЕКАРАСЫН</p>	

	<p>АНЫҚТАУ</p> <p>Пердебек Муслима Жайсанқызы <i>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан,</i> muslima.perdebek@gmail.com</p> <p><i>Ғылыми жетекші: физика-математика ғылымдарының кандидаты Мукамеденқызы В.</i> <i>Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан</i> mukameden@inbox.ru</p>	
15	<p>КӨПКОМПОНЕНТТІ ГАЗ ЖҮЙЕЛЕРІ ҮШІН ЭФФЕКТИВТІК ДИФФУЗИЯ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАДАН ТӘУЕЛДІЛІГІ</p> <p>В. Нұрдәулетқызы¹, А. А. Чахалов² ¹<i>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан</i> ²<i>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан</i></p>	
16	<p>H₂+N₂-CH₄ ГАЗ ҚОСПАСЫНЫҢ ЭФФЕКТИВТІК ДИФФУЗИЯ КОЭФФИЦИЕНТІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ТӘУЕЛДІЛІГІ</p> <p>Қ. Ж. Тоқтасын¹, А. Н. Ділімбетова² ¹<i>Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан</i> ²<i>Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Қазақстан, Алматы.</i></p>	
17	<p>КОЛЕБАНИЕ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СТЕРЖНЕЙ С ДЕМПФЕРАМИ МЕЖДУ НИМИ НА ВИБРООПОРАХ КАЧЕНИЯ</p> <p>Г.А. Байымбетова¹, К.Ж., Султанова², Айбеш А³.</p>	
18	<p>ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ</p> <p>Б.Р.Сакибаева</p> <p><i>Жетысуский университет имени Ильяса Жансугурова, г.Талдықорган, Казахстан</i></p>	

УДК 523.985.3

2022 ЖЫЛДАҒЫ ЖОҒАРҒЫ ҚУАТТЫ КҮН ЖАРҚЫРАУЛАРЫ ТУРАЛЫ

Қыдырхан Д., Нагашбаева Г., Сайлаубекқызы М.

Абай атындағы ҚазҰПУ, 6В05302-Физика, 4 курс

Күн жарқырауы – күн атмосферасының шағын аумағын қамтитын және оптикалық толқын ұзындығы диапазонында сутегі, кальций, гелий және басқа химиялық элементтердің эмиссия сызығының кенеттен ұлғаюымен, рентген сәулесінің күшеюінен көрінетін жарылыс процесі, радиация, және радиодиапазонында жарылыстардың пайда болуы [1].

Белгілі болғандай, күн жарқырауы – бұл күн атмосферасының кенеттен, жылдам энергияның бөліну процесіне реакциясы, шамасы, магниттік шығу тегі, бұл электрондардың, протондардың және ауыр иондардың локализацияланған сыртқы қызуына және үдеуіне әкеледі [1].

Жарқырау кезінде бөлінетін жалпы энергия $10^{30} \div 10^{32}$ эрг аралығында ауытқиды. Оқшаулардың ұзақтығы олардың қарқындылығына байланысты және 20÷30 минуттан 60÷150 минутқа дейін созылады. А, В, С, М, Х (сәйкесінше әлсіз және күшті) күн жарқырауларының 4 класы бар. Күн белсенділігінің уақытша заңдылықтарын зерттеу үшін күн белсенділігін сипаттайтын сандық сипаттамалар (индекстер) қолданылады.

1. Вольф сандары W (салыстырмалы күн дақтарының сандары), осы формула бойынша анықталады

$$W = k(10g + f) \quad (1)$$

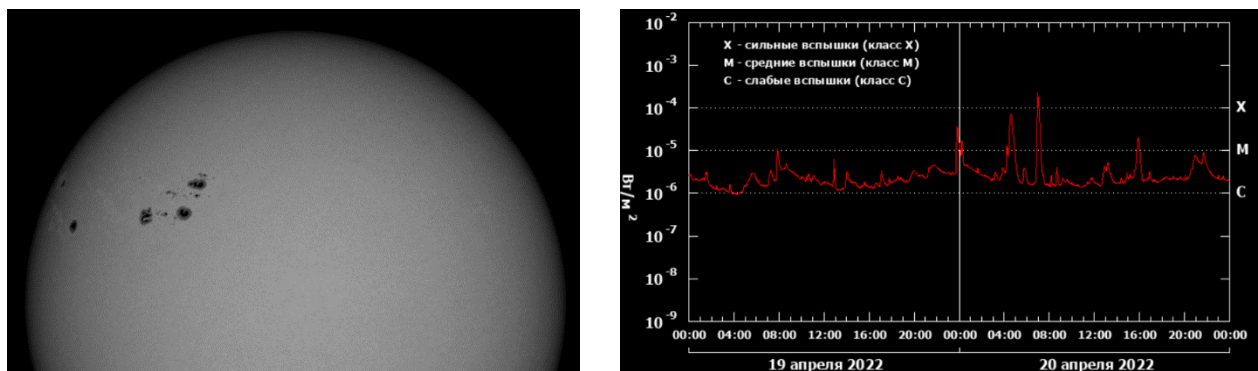
мұндағы g – Күннің көрінетін дискісінде күн дақтары топтарының саны;

f – өзектер мен кеуектерді қоса алғанда, барлық топтардағы дақтардың саны;

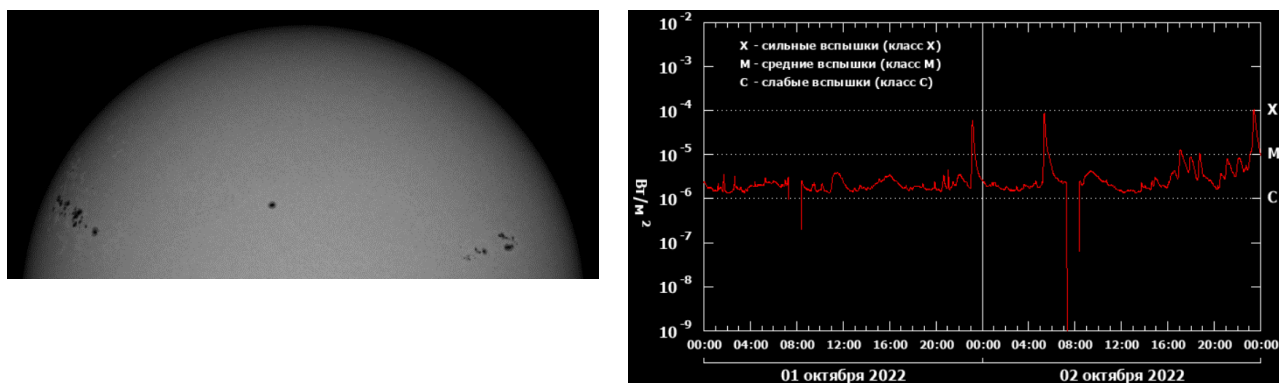
k – әртүрлі бақылаулар қатарын салыстыру нәтижесінде алынатын және көріну жағдайларымен, қолданылатын құралмен, бақылау әдісімен және бақылаушының жеке ерекшеліктерімен анықталатын коэффициент.

2. Күн шығарылымының F ағынының тығыздығы 2800 МГц ($\lambda=10,7$ см) жиілігінде алынды. Бұл көрсеткіш W индексіне қарағанда үлкен физикалық мағынаға ие, өйткені Күннің иондаушы сәулеленуінің қарқындылығы осы диапазондағы радиосәулелену қарқындылығының өзгеруіне пропорционалды.

2022 жылы болған күн жарқырауларына талдау жасалды. Талдау үшін <https://tesis.xras.ru/> күн астрономиясы зертханасының деректері пайдаланылған.



Сурет 1 – 2022 жылдың 20 сәуіріндегі күн дақтары және Күннен рентген сәулелерінің сәулеленуі [2]



Сурет 2 – 2022 жылдың 02 қыркүйегіндегі Күн дақтары және Күннен рентген сәулелерінің сәулеленуі [2]

1-кесте

GOES 16 бақылауларының нәтижелері бойынша күн жарқыраулары туралы деректер

Жарқыраулар күні	Жарқыраулар уақыты	Жарқыраулар класы	Жылу ағынының тығыздығы
02 қаңтар 2022 ж.	12-00	M	10^{-5} Вт/м ²
18 қаңтар 2022 ж.	21-00	M1	10^{-5} Вт/м ²
29 аңтар 2022 ж.	04-00	M1	10^{-5} Вт/м ²
11 ақпан 2022 ж.	09-00	M1.4	10^{-5} Вт/м ²
15 ақпан 2022 ж.	00-00	M1.5	10^{-5} Вт/м ²
02 наурыз 2022 ж.	22-00	M2	10^{-5} Вт/м ²
12 наурыз 2022 ж.	01-00	M2.2	10^{-5} Вт/м ²
15 наурыз 2022 ж.	08-00	M2	10^{-5} Вт/м ²
28 наурыз 2022 ж.	16-00	M4	10^{-5} Вт/м ²
30 наурыз 2022 ж.	22-00	X1.3	10^{-4} Вт/м ²
31 наурыз 2022 ж.	21-00	M9.6	10^{-4} Вт/м ²
02 сәуір 2022 ж.	18-00	M4	10^{-5} Вт/м ²
15 сәуір 2022 ж.	15-00	M1.9	10^{-5} Вт/м ²

20 сәуір 2022 ж.	07-00	X2.2	10^{-4} Вт/м ²
29 сәуір 2022 ж.	16-00	X1	10^{-4} Вт/м ²
03 мамыр 2022 ж.	17-00	X1	10^{-4} Вт/м ²
10 мамыр 2022 ж.	17-00	X1.5	10^{-4} Вт/м ²
16 тамыз 2022 ж.	12-00	M5	10^{-5} Вт/м ²
26 тамыз 2022 ж.	16-00	M7	10^{-5} Вт/м ²
29 тамыз 2022 ж.	15-00	M8	10^{-5} Вт/м ²
16 қыркүйек 2022 ж.	13-00	M7	10^{-5} Вт/м ²
01 қазан 2022 ж.	00-00	M5.8	10^{-5} Вт/м ²
02 қазан 2022 ж.	00-00	X1.0	10^{-4} Вт/м ²

Күнде күн дақтары бар келесі белсенді аймақтарды байқауға болады, олар 1 және 2-суреттерде көрсетілген. Дәл осы күн дақтарының пайда болуы кезінде GOES-16 спутнигі Күннен рентгендік сәулеленуді тіркеді (1-кестені қараңыз), яғни X класындағы қуатты күн жарқыраулары.

Әдебиеттер:

1. Кузнецов А.Д., Логинов В.Ф. Космические воздействия на атмосферу. Ленинград, 1984. – С.160.
2. Лаборатория солнечной астрономии ИКИ и ИСЗФ <https://tesis.xras.ru/>

Ғылыми жетекшісі:

«Физика» кафедрасының аға оқытушысы,
PhD Насирова Д.М.

УДК 621.1.016.4:662.61
МРНТИ 29.01.45

МОНОТЕРМИТТИ ҮЛГІЛЕРДЕГІ ДЕГИДРАТАЦИЯ БАРЫСЫНДАҒЫ ЖЫЛУӨТКІЗГІШТІК ҮДЕРІСТЕРІН ЗЕРТТЕП ОҚЫП ҮЙРЕНУ

Айдарбекова А., Нұрғазы Г., Рамет Б.

Абай атындағы ҚазҰПУ, 6B05302-Физика, 4 курс

Техника және технологияларда табиғаттары әртүрлі тасымалдау үдерістері кеңінен орын алады. Сондықтан да оларды теориялық және тәжірибелік тұрғыдан жан жақты зерттеудің мәні өте зор. Мысалы: Құрамы полифазалық, керамикалық материалдарды қыздыру барысында олардың бойында әртүрлі температуралар аймақтарында табиғаттары әртүрлі физикалық және химиялық түрленулер орын алады. Олардың біразы жылуэффектілерімен байланысты жүріп материалдардағы жылуөткізгіштік үдерістерінің күрделі жағдайда өтеулеріне әкеп соғады. Дипломдық жобада құрамында монотермитті минералы басым (45%) полифазалық, керамикалық үлгілерді қыздыру барысындағы жылуөткізгіштік үдерістерін компьютерде модельдеп, есептеу тәжірибелерін жүргізу арқылы зерттеп оқып үйрену мәселелері мақсат етіп қойылған. Бұл үлгілердегі жылуөткізгіштік үдерістері белгілі температуралар аймағында ($550\text{ }^{\circ}\text{C} \div 900\text{ }^{\circ}\text{C}$) оның құрамындағы кристаллдық байланыстағы судың ыдырап, диффузиялық жолмен сыртқа шығарылуына байланысты жүріп күрделене түседі. Бұл дегидратациялық үдерістер жылуэффектісіне (эндотермиялық) байланысты жүретіндіктен үлгідегі температуралық өрістің белгілі бір шамаға ауытқуына әкеліп соғады.

Аталған үдерістерді компьютерде есептеу тәжірибелерін жүргізу арқылы зерттеу барысында математикалық модель ретінде аталған жағдайлар ескерілген эффектівті коэффициенті бар дифференциальды теңдеу алынды. Компьютерлік бағдарлама құру барысында үдерістерді сандық тұрғыдан зерттеу мақсатында алгоритм ретінде аталған дербес туындылы дифференциальды теңдеудің анық, айырымдық схемасы қолданылды. Есептеу тәжірибелері берілген нақтылық шарттар жағдайында жүргізілді. Атап айтқанда, физикалық шарт бойынша бұрынғы жұмыстарда зерттеу нысанына қатысты тәжірибелік жолмен анықталған, эффектівті температура өткізгіштік коэффициентінің температураға тәуелді мәндері алынды. Геометриялық шарт бойынша модельдік үлгілердің пішіндері мен үш түрлі өлшемдері таңдап алынды. Ал, шеттік шарттарға кіретін бастапқы шарт бойынша үдеріс басталар алдындағы үлгі термодинамикалық тепе-теңдік жағдайда тұр деп қарастырылды, яғни бастапқы сәтте ($\tau=0$) үлгінің барлық нүктелеріндегі температура мәндері бірдей болып тұр деп алынды. Ал екінші шарт ретінде бірінші текті шарт қабылданды. Осындай нақтылық шарттарын қолдана отырып, компьютер көмегімен үлгілердегі әртүрлі уақыт сәттеріндегі

стационарлық емес жағдайда температуралық өрістер кестелер ретінде алынады. Осы кестелерде келтірілген мәндер бойынша үлгілерді әртүрлі шарттар жағдайында қыздыру барысындағы температуралық өрістер графиктер түрінде салынады. Үлгілердегі әртүрлі жағдайларда алынған температуралық өрістер жан жақты сипатталып, өзара салыстырыла отырып талданады. Зерттеу нысаны ретінде алынған монотермитті үлгілердегі дегидратация барысындағы жылуэффектілерін анықтап бағалау мақсатында эталон ретінде алдын ала күйдірілген үлгілер алынды. Өйткені монотермитті үлгілерде алғашқы қыздыру барысында орын алатын фазалық және химиялық түрленулер қайтымсыз болып келеді де, эталон үлгілер бойында олар байқалмайды. Сондықтан эталон үлгілердегі температуралық өрістерді бірдей қыздыру жағдайларында зерттеу нысанында алынған өрістермен салыстыра отырып, жылу эффектілері өтетін температура аймақтарын анықтап, бағалауға мүмкіндік туады.

Әдебиеттер

1. Лыков А.В. Тепломассаобмен. – М.: Наука, 1978.
2. Құлбек М.Қ. Молекулалық физика және термодинамика. – Алматы: «Қарасай» баспасы, 2005. – 248 б.
3. Күрделі тасымалдау үдерістерін кері есептеу тәсілімен зерттеп үлгілердің жылуфизикалық қасиеттерін анықтау. Вестник КазНПУ, Серия физ-мат науки. №4(64). Алматы, 2018. С.99-104.

Ғылыми жетекшісі:

«Физика» кафедрасының профессоры,
т.ғ.д. Құлбек М.Қ.

УДК 621.1.016.4:662.61
МРНТИ 29.01.45

МОДЕЛЬДІК КЕРАМИКАЛЫҚ ҮЛГІЛЕРДЕГІ МАССАТАСЫМАЛДАУ ҮДЕРІСТЕРІН ЗЕРТТЕП ОҚЫП ҮЙРЕНУ

Мұхаммедин А., Сауранбекова И., Тоқтасын А.
Абай атындағы ҚазҰПУ, 6В05302-Физика, 4 курс

Табиғатта және техниканың түрлі салаларында тасымалдау үдерістері кеңінен орын алады. Сондықтан да әр түрлі жағдайларда жүретін жылу және массатасымалдау үдерістерін жан-жақты зерттеп оқып үйренудің ғылыми-практикалық мәні өте зор. Дипломдық жобада полифазалық, керамикалық материалдар технологиясында орын алатын массатасымалдау үдерістерін компьютерде модельдеп есептеу тәжірибелерін жүргізу арқылы зерттеп оқып үйрену мәселесі мақсат етіп қойылған. Аталған тақырып бойынша ғылыми жетекшімен бірлесе отырып жасалған жоспар бойынша дипломыдық жоба мынадай үш тарауды қамту қажет. Бірінші тарауда тақырып бойынша жарияланған ғылыми еңбектерге шолу жасай отырып диффузиялық (массатасымалдау) үдерістері жайындағы негізгі мағлұматтар мен түсініктер беріледі. Атап айтқанда массатасымалдау (үдерістердің) түрлері, олардың жүру жолдары мен механизмдері, сондай-ақ оларды сипаттайтын негізгі заңдар мен теңдеулер беріледі.

Екінші тарауда дипломдық жобада зерттелетін полифазалық, керамикалық үлгілердегі массатасымалдау үдерістерінің математикалық модельдері келтіріліп олардың жалпы шешімдері қарастырылады. Үлгілердегі аталған үдерістерді компьютерде есептеу тәжірибелерін жүргізу арқылы зерттеу барысында математикалық модель ретінде массатасымалдаудың дербес туындылы дифференциальды теңдеу алынды. Бұл теңдеудегі массатасымалдау үшін енгізілген потенциалөткізгіштік коэффициенті ретінде бұрынғы жүргізілген ғылыми зерттеулер нәтижесінде анықталған тәжірибелік мәндері алынды. Компьютерде модельдеу арқылы есептеу тәжірибелерін жүргізу мақсатында массатасымалдау үдерістерін сипаттайтын дифференциальды теңдеудің анық, айырымдық схемасы алгоритм ретінде қолданылды. Полифазалық, керамикалық үлгілердегі массатасымалдау үдерістерін есептеу тәжірибелерін жүргізу мақсатында қажетті нақтылық шарттары тандап алынды. Атап айтқанда, физикалық, геометриялық және шеттік (бастапқы және шекаралық) шарттар тобына қатысты нақты мәндер қабылданып негізге алынды. Физикалық шарт бойынша керамикалық үлгілердегі массатасымалдау үдерісіне қатысты потенциалөткізгіштік коэффициентінің бұрын тәжірибелік жолмен анықталған температураға тәуелді мәндері алынды. Геометриялық шарт бойынша модельдік үлгілердің пішіндері мен үш түрлі өлшемдері тандап

алынды. Ал, шеттік шарттарға кіретін бастапқы шарт бойынша үдеріс басталар алдындағы үлгідегі байланыстағы зат массасын барлық нүктелердегі салыстырмалы мәндері бірдей және ол бірге тең деп алынды. Ал екінші шарт бойынша үлгіні қыздыру барысында оның бетіндегі байланыстағы зат массасының салыстырмалы мәні уақыт бойынша сызықтық заңдылықпен өзгереді деп, яғни бірінші текті шарт қабылданды. Осындай нақтылық шарттарын қолдана отырып, компьютер көмегімен есептеу тәжірибелерін жүргізу барысында үлгі қабаттарындағы әртүрлі уақыт сәттеріндегі стационарлық емес жағдайдағы байланыстағы зат массасының салыстырмалы мәндері кестелер ретінде алынады. Осы кестелерде келтірілген мәндер бойынша үлгілерді әртүрлі шарттар жағдайында қыздыру барысындағы байланыстағы зат массасының өрістері графиктер түрінде салынады. Үлгілердегі әртүрлі жағдайларда алынған байланыстағы зат массасының өрістері жан жақты сипатталып, өзара салыстырыла отырып талданады. Осы аталған зерттеу нәтижелері дипломдық жобаның үшінші тарауында беріледі.

Әдебиеттер:

1. Лыков А.В. Тепломассаобмен. – М.: Наука, 1978.
2. Құлбек М.Қ. Молекулалық физика және термодинамика. – Алматы: «Қарасай» баспасы, 2005. – 248 б.
3. Қылтүтікті қуысты жазық үлгілердегі жану үдерістерін зерттеп оқып-үйренуге арналған компьютерлік физикалық практикумды дайындап жүргізудің ғылыми-әдістемелік негіздері. Вестник КазНПУ, Серия «Молодой ученый», №1(9). Алматы, 2018, С.47-51.
- 2017г., Материалы международной научно-метадической конференции «Мат.моделирование и информационных технологии в образовании и науке»
4. Цилиндрлік үлгідегі жану үдерістерін есептеу тәжірибелері арқылы зерттеу. Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы тенденции инноваций в современной науке и образовании», посвященной 60-летию профессора Т.А.Турмамбекова. 26 – 27 января 2017. С.216 – 220.

Ғылыми жетекшісі:

«Физика» кафедрасының профессоры,
т.ғ.д. Құлбек М.Қ.

УДК 537.313:519.612.2

КҮРДЕЛІ ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТІ ЕСЕПТЕУДІ КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ

Жаксымуратова Ә.Е., Азым Г.Қ., Дүйсебай Г.Б.
Абай атындағы ҚазҰПУ, 6В05302-Физика, 4 курс

Мәселенің өзектілігі. Күрделі электр тізбектерін есептеу ыждағаттылық пен еңбекті, уақытты қажет ететін үлкен жұмыс. Кез келген күрделі электр тізбектерін есептеудің математикалық жолын қысқартып, уақытты үнемдеу үшін программалаудың көмегімен компьютерлік моделін жасау тиімді болғандықтан, тақырып өзекті болып табылады.

Зерттеудің мақсаты. Күрделі электр тізбектеріне Кирхгоф заңдарын қолданып құрылған алгебралық теңдеулер жүйесін есептеуге Паскаль программалау тілінде программа құру.

Зерттеудің міндеттері.

- ❖ Күрделі электр тізбектерінің физикалық негіздерін оқып-зерттеу;
- ❖ Күрделі электр тізбектерін шешуге Кирхгоф заңдарын қолданып, теңдеулер жүйесін құрастыру;
- ❖ Алгебралық теңдеулер жүйесін есептеудің тиімді математикалық жолдарын іздеу, зерттеу;
- ❖ Есептеулерді программалаудың көмегімен компьютерлік моделін жасау;
- ❖ Паскаль программалау тілінде программа құру және нәтижесін PascalABC программасында алу.

❖ Есептің нәтижесін аналитикалық шешімнің мәндерімен салыстыру.

Зерттеу нысаны: Күрделі электр тізбектерін есептеуді программалау.

Зерттеу пәні: Күрделі электр тізбектерін Кирхгоф заңдарын қолданып, Паскаль программалау тілінің көмегімен зерттеу.

Зерттеу жаңалығы. Кирхгоф заңының көмегімен токтарды есептеуге арналған теңдеулерді құрудың тиімді жолдарын анықтау. Күрделі электр тізбегін оңай әрі тиімді есептеуге арналған Паскаль тілінде оңтайлы, уақыт бойынша үнемді, жаңа программа құру.

Қысқаша теория. Күрделі тармақталған электр тізбектерін есептеу үшін *электр тармақтары* мен *түйіндер саны* айтарлықтай мағынаға ие. *Тармақ* деп тізіле жалғанған ЭҚК пен қабылдағыштан тұратын электр тізбегінің бөлігін айтады. *Түйін* деп үш немесе одан да көп тармақтардың жалғанған нүктесін немесе орнын айтады. Түйінге жалғанған тармақтар бойынша айналсақ, онда *электр тізбегінің тұйықталған контурын* алуға болады. Барлық электр тізбектері *Кирхгофтың екі заңына* бағынады. *Кирхгофтың бірінші заңының* екі тұжырымдамасы бар:

- 1) Түйінде жинақталған токтардың алгебралық қосындысы нөлге тең;

2) Түйінге келетін токтардың қосындысы түйіннен шығатын токтардың қосындысына тең

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0. \quad (1)$$

Бұл заңның физикалық мағынасы: электр тізбегіндегі зарядтардың қозғалысы түйіндерде немесе тармақ бөліктерінің бірінде де жинақталмайтындай болып өтеді, керісінше жағдайда түйіндер потенциалы мен тармақтағы токтар өзгерер еді.

Кирхгофтың екінші заңы: кез келген тұйықталған контурдағы элементтерге түсірілген кернеулерлердің алгебралық қосындысы осы контурдың бойындағы ЭҚК – нің алгебралық қосындысына тең

$$\sum_{k=1}^m I_k R_k = \sum_{k=1}^n E_k, \quad (2)$$

мұндағы m – контурдағы резисторлық элементтердің саны, n – ЭҚК саны. Түсірілген кернеу мен ЭҚК бағыты контур айналымының бағытына сәйкес келсе, онда олар қосындыға « + » таңбамен кіреді. Кирхгоф заңы схема тармақтарындағы токтарды анықтау үшін қолданылады. Схема тармақтарының санын – b , түйіндер санын – y , ток көздері бар тармақ санын – $b_{\text{ток көзі}}$ деп белгілейік. Әрбір тармақта өзінің тоғы ағады.

Кирхгоф заңдарымен теңдеулерді құру үшін мына ережелерді ұстану қажет:

- 1) тармақтардағы токтардың оң бағытын еркімізше таңдаймыз;
- 2) Кирхгофтың II–заңы бойынша теңдеулер құру үшін контур айналымының оң бағытын таңдаймыз (барлық контур бағыттарын сағат тілінің бағытымен таңдаған дұрыс). Сызықты тәуелсіз теңдеулерді алу үшін Кирхгофтың I–заңына сәйкес $(y - 1)$ теңдеу, ал II–заңы бойынша – жетіспейтін $(b - b_{\text{ток көзі}}) - (y - 1)$ теңдеулер құру қажет; Кирхгофтың II–заңы бойынша теңдеулер құрған кезде ток көзі бар тармақты ескермей, әйтсе де схеманың барлық тармақтарын қамту қажет. *Осы кезде әрбір контурға алдыңғы контурға кірмей қалған бір тармағы кіру қажет.* Мұндай контурлар *тәуелсіз* деп аталады. Бұл шарт – токтарды бір мәнді анықтауға арналған қажетті және жеткілікті шарт болып табылады [1].

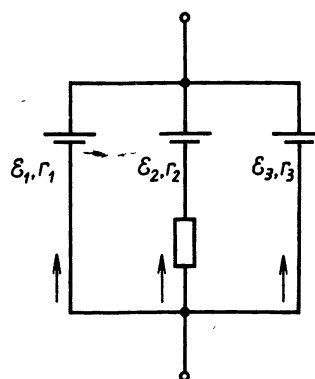
Есеп 2.10.5. Тармақталған тізбек. Суретте көрсетілген тізбекте $\varepsilon_1 = 2,015 \text{ В}$, $r_1 = 0,013 \text{ Ом}$, $\varepsilon_2 = 2 \text{ В}$, $r_2 = 0,017 \text{ Ом}$, $\varepsilon_3 = 2,031 \text{ В}$, $r_3 = 0,021 \text{ Ом}$, $R = 5,37 \text{ Ом}$. Барлық токтарды және клеммалардағы потенциалдар айырымын табыңыздар [2].

Берілгені:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= 2,015 \text{ В}, & r_1 &= 0,013 \text{ Ом}, \\ \varepsilon_2 &= 2 \text{ В}, & r_2 &= 0,017 \text{ Ом}, \\ \varepsilon_3 &= 2,031 \text{ В}, & r_3 &= 0,021 \text{ Ом}, \\ R &= 5,37 \text{ Ом}. \end{aligned}$$

Табу керек:

$$i_1 - ? \quad i_2 - ? \quad i_3 - ? \quad U_{ab} - ?$$



Барлық токтардың бағытын еркімізше жоғары қарай бағыттап, Кирхгофтың I – заңы бойынша төмендегі теңдікті аламыз:

$$i_1 + i_2 + i = 0. \quad (3)$$

$(\varepsilon_1, \varepsilon_2, R)$ және $(\varepsilon_1, \varepsilon_3)$ екі контурды таңдап, оларды сағат тілінің бағытымен айналым жасап, Кирхгофтың I – заңы бойынша төмендегі теңдіктерді аламыз:

$$i_1 r_1 - i_2 r_2 - i_2 R = \varepsilon_1 - \varepsilon_2, \quad (4)$$

$$i_1 r_1 - i_3 r_3 = \varepsilon_1 - \varepsilon_3. \quad (5)$$

(3), (4), (5) теңдеулер үш белгісізі бар үш жүйесіне келеді:

$$\begin{cases} i_1 + i_2 + i = 0 \\ i_1 r_1 - i_2 r_2 - i_2 R = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \\ i_1 r_1 - i_3 r_3 = \varepsilon_1 - \varepsilon_3 \end{cases} \quad (6)$$

Есептің берілгендегі сан мәндерін (6)-теңдеуге қоямыз, сонда

$$\begin{cases} 1 \cdot i_1 + 1 \cdot i_2 + 1 \cdot i_3 = 0; \\ 0,013 \cdot i_1 - 5,387 \cdot i_2 + 0 \cdot i_3 = 0,015; \\ 0,013 \cdot i_1 + 0 \cdot i_2 - 0,021 \cdot i_3 = -0,016; \end{cases}$$

Паскаль тілінде программалау. Ол үшін сызықты теңдеулер жүйесіндегі коэффициенттерге белгілеу енгізейік:

$$\begin{aligned} a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z &= b_1; & a_{11} &\equiv A1 & a_{12} &\equiv A2 & a_{13} &\equiv A3 & b_1 &\equiv A \\ a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z &= b_2; & a_{21} &\equiv B1 & a_{22} &\equiv B2 & a_{23} &\equiv B3 & b_2 &\equiv B \\ a_{31}x + a_{32}y + a_{33}z &= b_3 & a_{31} &\equiv C1 & a_{32} &\equiv C2 & a_{33} &\equiv C3 & b_3 &\equiv C \end{aligned}$$


```
program turaktytok;
const A1=1;A2=1;A3=1;A=0;
      B1=0.013;B2=-5.387;B3=0;B=0.015;
      C1=0.013;C2=0;C3=-0.021;C=-0.016;
var D1,D2,D3,D:real;
     i1,i2,i3,U:real;
begin
writeln('Курдели тизбекте есептеу');
D:=A1*B2*C3+A2*B3*C1+A3*B1*C2-A3*B2*C1-A1*B3*C2-A2*B1*C3;
D1:=A*B2*C3+A2*B3*C+A3*B*C2-A3*B2*C-A*B3*C2-A2*B*C3;
D2:=A1*B*C3+A*B3*C1+A3*B1*C-A3*B*C1-A1*B3*C-A*B1*C3;
D3:=A1*B2*C+A2*B*C1+A*B1*C2-A*B2*C1-A1*B*C2-A2*B1*C;
if D<>0 then
  begin
i1:=D1/D; i2:=D2/D; i3:=D3/D;
writeln('i1=',i1:6:3,' ','i2=',i2:6:3,' ','i3=',i3:6:3);
  end
else
  writeln('жүйенин шешими жок');
end.
```

Қорытынды. Осы программа арқылы күрделі электр тізбектеріндегі токтың мәндерін есептеуге болады. Күрделі электр тізбектерін есептеудің жолын қысқартып, уақытты үнемдеу үшін программалаудың көмегімен компьютерлік моделін жасап, ақпараттық-коммуникативтік технологияны қолдануды үйрендік. Есептеу PascalABC.NET программасында жүзеге асырылды [3].

Әдебиеттер:

1. Мұқашев Қ.М., Рыстығұлова В.Б. Электр тізбектері және электр техникасы, Алматы, 2011. – 210 б.
2. Бурсиан Э.В. Задачи по физике для компьютера. Учеб. пособие для физ. -мат. фак. пед. ин-тов. – М.: Просвещение, 1991. – 256 с.
3. PascalABC.NET <http://pascalabc.net/ssyilki-dlya-skachivaniya>

Ғылыми жетекшісі:

«Физика» кафедрасының қауым. профессоры,
ф.-м.ғ.к. Рыстығұлова В.Б.

УДК 537.633.9

ГЕЛЬМГОЛЬЦ КАТУШКАСЫНЫҢ КӨМЕГІМЕН ЭЛЕКТРОННЫҢ МЕНШІКТІ ЗАРЯДЫН АНЫҚТАУ

Жұмағұл С., Исматуллаева М.Д., Амиралі Р.А.

Абай атындағы ҚазҰПУ, 6В05302-Физика, 4 курс

Мәселенің өзектілігі. Электр және магнит өрістеріндегі зарядталған бөлшектердің қозғалысы оның траекториясы мен қозғалыс жылдамдығын, оның меншікті зарядын анықтауға мүмкіндік береді. Элементар бөлшектердің зарядын анықтау үшін қолданылатын әдістердің көпшілігі олардың электр және магнит өрістеріндегі қозғалыс траекториясының бөлшектің зарядының оның массасына қатынасының шамасына тәуелділігіне негізделген. Электрон үшін бұл қатынас e/m **электронның меншікті заряды** деп аталады. Гельмгольц катушкасы арқылы электронның қозғалысы мен меншікті зарядын анықтау – бөлшектің өрістер бойынша қозғалысын сипаттайды.

Зерттеудің мақсаты. «Электр және магнит өрістеріндегі зарядталған бөлшектердің қозғалыс заңдылықтарын оқып-зерттеу және электронның меншікті зарядын анықтау» атты әдістемелік нұсқаулық әзірлеу.

Зерттеудің міндеттері. Электр және магнит өрістеріндегі зарядталған бөлшектердің физикалық негіздерін оқып-зерттеу; Гельмгольц катушкасының көмегімен үдеткіш кернеудің белгілі мәндерінде және ток күшінің белгілі мәндерінде өлшеулер жүргізу арқылы электронның меншікті зарядын анықтау; Гельмгольц катушкасы арқылы жүрген электронның қозғалысын компьютерлік моделдеу;

Зерттеу нысаны. Зарядталған бөлшектер.

Зерттеу пәні. Зарядталған бөлшектердің қозғалысын Гельмгольц катушкасы арқылы зерттеу.

Зерттеу жаңалығы. Электронның меншікті зарядын РНУВЕ өндірушісі дайындаған лабораториялық құрылғыда анықтау. Электрондар электр өрісінде үдетіледі және магнит өрісінде қозғалыс бағытына тік бұрышпен енеді. Электронның меншікті заряды үдеткіш кернеу, магнит өрісінің кернеулігі және электрон орбитасының радиусы арқылы анықталады.

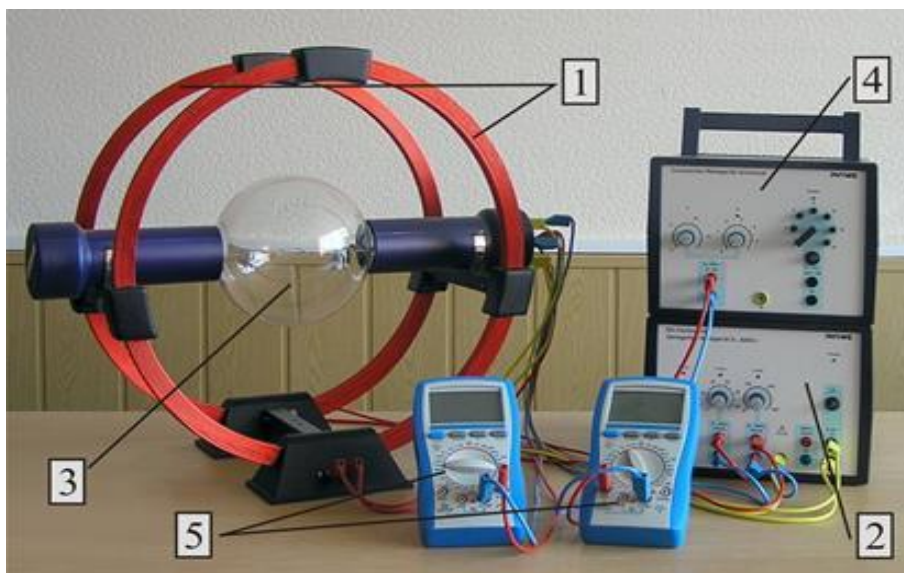
Эксперименттік қондырғы. Бұл электрондардың траекториясын көзбен байқауға және дөңгелек орбиталардың радиусын тікелей өлшеуге мүмкіндік беретін зертханалық қондырғы. (1-сурет) [2].

Экспериментті жүргізудің әдістемесі. Электронның меншікті заряды - электронның зарядының оның массасына қатынасына тең физикалық шама - e / m . Ол мына формуламен анықталады:

$$\frac{e}{m_e} = k \frac{2U}{I^2 r^2}, \quad (1)$$

мұндағы k мынадай өрнекпен белгіленген: $k = R^2 / (0,715\mu_0)^2 N^2$. Берілген формулаға $\mu_0 = 12,56 \cdot 10^{-7} \text{В}\cdot\text{с}/(\text{А}\cdot\text{м})$ тұрақтысының мәнін және осы қондырғыдағы Гельмгольц катушкалары параметрлерінің $N = 154$ және $R = 0,2 \text{ м}$ мәндерін қойып, эксперименттік мәндерді есептеу үшін соңғы өрнекті аламыз:

$$\frac{e}{m_e} = 2,091 \cdot 10^6 \cdot \frac{2U}{I^2 r^2}. \quad (2)$$

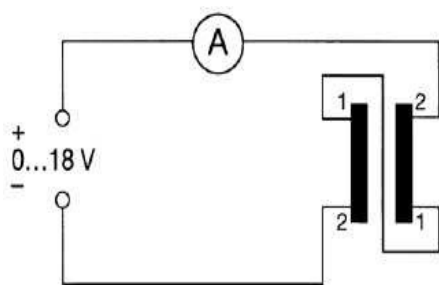


Сурет 1. Электрондардың траекториясын көзбен байқауға және дөңгелек орбиталардың радиусын тікелей өлшеуге мүмкіндік беретін зертханалық қондырғы: 1 – Гельмгольц катушкасы; 2 - электронды-сәулелік түтікшенің қоректендіру көзі; 3 – электронды-сәулелік түтік; 4 – Гельмгольц катушкаларын қоректендіру көзі; 5 – мультиметрлер

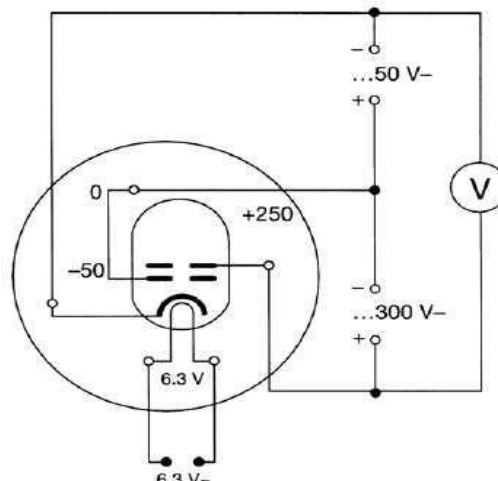
Эксперименттік мәндерді (2)-формулаға қойып есептеп, нәтижелерінен электронның меншікті зарядының келесідей орташа мәні алынды:

$$\frac{e}{m_e} = (1,84 \pm 0,02) \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}}. \quad (3)$$

Электронның меншікті зарядын анықтап, оны кестедегі кестелік мәнімен салыстырады.



Гельмгольц катушкаларын жалғау схемасы



б) жіңішке сәулелі түтікті жалғау схемасы

Сурет 2. Гельмгольц катушкалары мен электронды-сәулелік түтікті қоректендіру көздеріне жалғау схемасы

Қорытынды. PHYWE өндірушісі шығарған лабораториялық құрылғыда электронның меншікті зарядын анықталды. Эксперимент нәтижесінде алынған электронның меншікті зарядының мәні (3)-формула аналитикалық тұрғыдан шығарылған мәнмен салыстырылды. Электронның меншікті зарядының мәні кез келген ядро зарядын анықтау үшін қажет. Оны белгісіз ядроның трек сызықтарындағы қисықтық радиусын біле отырып табуға болады.

Әдебиеттер:

1. Определение удельного заряда электрона методом магнитной фокусировки электронного пучка: Метод. указания к лаб. работе 2-15/ Сост. Н.М. Рогачев, В.А. Гусев. – Самара: Изд-во Самар, гос. аэро-косм. ун-та, 2012. – 16 с.
2. Удельный заряд электрона – e/m.
https://www.phywe.com/ru/eksperimenty-i-nabory/universitet/e-m_9857_10788/

Ғылыми жетекшісі:

«Физика» кафедрасының қауым. профессоры,
ф.-м.ғ.к. Рыстыгулова В.Б.

УДК 539.184:535.421

ЕКІ ЭЛЕКТРОНДЫ ЖҮЙЕНІҢ АТОМДЫҚ СПЕКТРЛЕРІН ОҚЫП-ЗЕРТТЕУ

Қараней Д.Т., Исембай Б.М., Жанғазы Т.Н.

Абай атындағы ҚазҰПУ, 6В05302-Физика, 4 курс

Кіріспе. Екі немесе бірнеше сыртқы электрондары бар атомдар үшін спектрлер одан да күрделене түседі, бұл электрондардың өзара әрекеттесуіне байланысты. Осы өзара әрекеттесу нәтижесінде көптеген атомдардың әрбір спектрлік сызығы – мультиплет (тығыз орналасқан сызықтар тобы) болып табылады. Атом спектрлерінде барлық мүмкін болатын кванттық ауысулар көріне бермейді, тек іріктеу ережелерімен рұқсат етілген спектрлерді көре аламыз. Спектрдегі сызықтардың жиілігі мен қарқындылығын өлшеуге негізделген әдістер спектроскопияның әртүрлі мәселелерін: көп электронды атомдар спектрлерінің жалпы систематикасын жүргізу; мұндай атомдардың энергия деңгейлерін анықтау және т. б. шешу үшін қолданылады. Атом спектрлерінің ерекшелігін заттың элементтік құрамын – сапалы анықтау үшін, ал сызықтар қарқындылығының сәуле шығаратын атомдардың концентрациясына тәуелділігін – сандық талдау үшін қолданылады. Сондықтан, атом спектрлерін зерттеу атомның құрылымы туралы идеяларды дамытуда маңызды рөл атқарды.

Мәселенің өзектілігі. Екі электронды жүйелер деп екі валентті электроны бар көп электронды атомдарды атайды. Егер зат жеке атомдардан немесе сиретілген біратомды булардан тұрса, онда оның спектрі **жеке сызықтардан** тұрады. Атомдық-сызықтық спектрлерді алу үшін төмен қысымда біратомды газ немесе буы бар шамдар қолданылады. Көп электронды атом заряды $+Ze$ ядродан және оны қоршаған Z электрондардан тұратын (гелий үшін $Z=2$, сынап үшін $Z=80$) электронды қабықтардан тұрады [1]. Спектрлік сызықтардың көп болуы атомның ішкі құрылысының күрделі екендігін білдіреді, ал екі электронды жүйенің атомдық спектрлерін зерттеу атомның ішкі құрылымын ұғынуға көмектеседі. Сондықтан, атомдық спектрлерді зерттеу өзекті мәселе болып табылады.

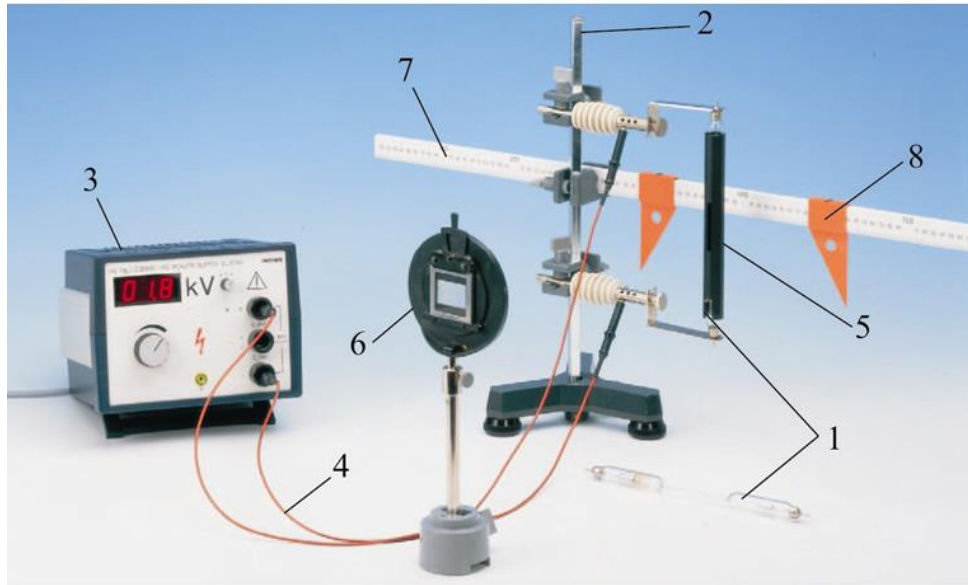
Зерттеудің мақсаты. «Екі электронды жүйенің атомдық спектрлерін оқып-зерттеу» атты әдістемелік нұсқаулық әзірлеу.

Зерттеудің міндеттері. Екі электронды жүйенің физикалық негіздерін оқып-зерттеу; Атомдардың электронды конфигурациясын құрастыруды үйрену; Гелий мен сынаптың атомдық спектрлерінің толқын ұзындықтарын дифракциялық тордың көмегімен есептеу; Гелий мен сынаптың спектрлік диаграммалары бойынша деңгейлердің мультиплетті тармақталуын есептеу;

Зерттеудің жаңалығы. Гелий мен сынаптың атомдық спектрлерін РНУWE өндірушісі дайындаған лабораториялық құрылғыда зерттеу.

Дифракциялық тор мен шамның және спектрлік сызықтардың геометриялық орындары бойынша спектрлік сызықтардың толқын ұзындығы анықталады.

Эксперименттік қондырғы. Эксперимент РНУВЕ өндірушісі шығарған атомдық спектрлердің толқын ұзындығын анықтауға арналған зертханалық қондырғыда жүргізіледі (1-сурет) [2].



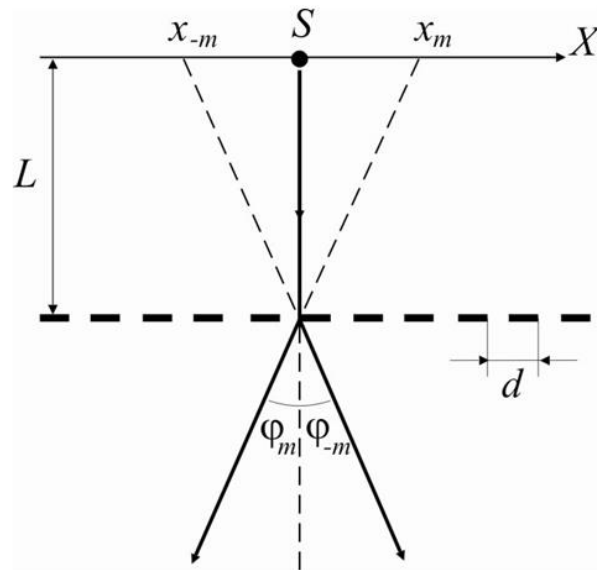
Сурет 1. Гелий және сынап атомдарының спектрлерін оқып-зерттеуге арналған зертханалық жұмыста қолданылатын қондырғы: 1 – екі ауыспалы шамдар, 2 – штатив, 3 - жоғары кернеу көзі, 4 – жоғары вольтты сымдар, 5 – қорғаныш қап, 6 – дифракциялық тор, 7 – ағаш сызғыш, 8-белгілер (сызғыштағы қызғылт-сары жалауша)

Экспериментті жүргізудің әдістемесі. S монохроматты жарық көзі периоды d дифракциялық тордан L ара қашықтықта орналассын (2-сурет). Егер Фраунгофер дифракциясының шарттары мен кеңістік пен уақыттың когеренттілік шарттары орындалса, онда дифракциялық тордың артында **дифракциялық бейне** байқалады.

Айталық, дифракциялық тор түсетін жарық шоғының бағытына перпендикуляр орнатылған делік. Онда m ретті максимум байқалатын φ_m бұрыш келесі қатынаспен анықталады:

$$d \sin \varphi_m = \pm m \lambda, \quad (1)$$

мұндағы λ – түсетін жарықтың толқын ұзындығы (белгілі бір спектрлік сызықтарға сәйкес келетін монохроматты сәулеленуді қарастырамыз) [1].



Сурет 2. Дифракциялық тордағы дифракция кезіндегі сәулелердің жолы

Гелий мен сынап атомдарының спектрлік сызықтарының толқын ұзындығын мына формуламен есептейміз:

$$\lambda = \frac{d(x_1 - x_{-1})}{\sqrt{4L^2 + (x_1 - x_{-1})^2}}, \quad (2)$$

мұндағы x_1 және x_{-1} – таңдалған спектрлік сызықтың бірінші дифракциялық максимумдарының сәйкесінше шамның оң және сол жағындағы координаттары. $L = 50 \text{ см}$ – дифракциялық тор мен шамның арасындағы арақашықтық.

Дифракциялық тордың периоды $d = \frac{\text{мм}}{600} \pm 5\%$.

Әр түрлі деңгейлердің энергиялары әр түрлі болады. Мұндай күйлердің максимал және минимал энергиялары арасындағы айырым деңгейдің **мультиплетті тармақталуы** немесе **жәй деңгейдің тармақталуы** деп аталады және оны мына формуламен есептеуге болады:

$$\Delta E = E_{\max} - E_{\min} = h \frac{c}{\lambda_{\min}} - h \frac{c}{\lambda_{\max}}, \quad (3)$$

мұндағы $h = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с}$ - Планк тұрақтысы, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ - жарық жылдамдығы, λ_{\max} , λ_{\min} – деңгей тармақталған кездегі спектрлік сызықтардың максимум және минимум толқын ұзындықтары.

Қорытынды. РНУWE өндірушісі шығарған атомдық спектрлердің толқын ұзындығын анықтауға арналған зертханалық қондырғыда гелий және сынап атомдарының қызыл, қызғылт-сары, жасыл, күлгін спектрлерінің толқын ұзындықтары есептелді. Жұмыста гелий мен сынаптың спектрлік

диаграммалары бойынша деңгейлердің мультиплетті тармақталуы (3)-формуламен есептелген.

Әдебиеттер:

1. Лабораторный практикум курса общей физики. Раздел «Спектры атомов и молекул»: Учебное пособие / Под ред. В.В. Суркова. М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 112 с.

2. Атомные спектры двуэлектронных систем: He, Hg.
https://www.phywe.com/ru/fizika/sovremennaya-fizika/atomnaya-i-molekulyarnaya-fizika/he-hg_17543_19546/

Ғылыми жетекшісі:

«Физика» кафедрасының қауым. профессоры,
ф.-м.ғ.к. Рыстыгулова В.Б.

УДК

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ КӨМІР КЕНІШТЕРІНЕН АЛЫНҒАН КӨМІР, КӨМІР КҮЛІНІҢ ЭЛЕМЕНТТІК ҚҰРАМЫН АНАЛИТИКАЛЫҚ ӘДІСТЕРМЕН АНЫҚТАУ

¹Шынгысова Ш., ²Досымбек А.

¹Абай атындағы ҚазҰПУ, 8D05302-Физика, 1 курс

²Абай атындағы ҚазҰПУ, 7M05302-Физика, 2 курс

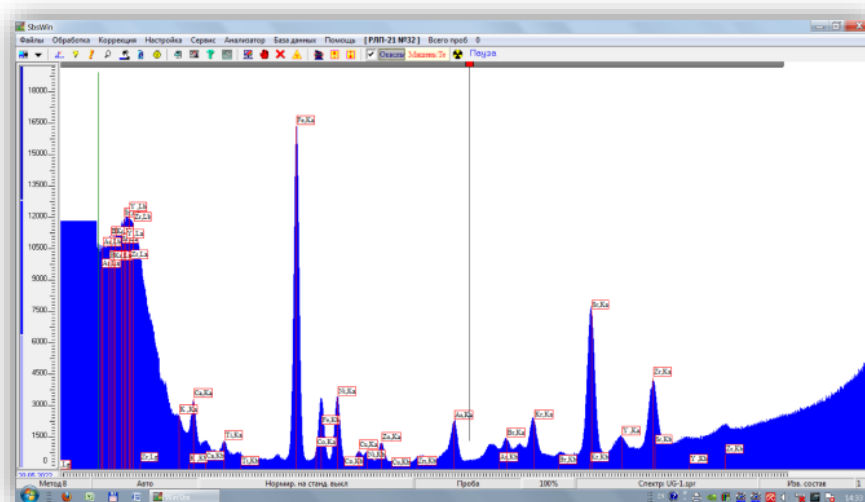
Бұрын көмір және көмірдің құрамындағы С, Н, О, N, S, Si, Fe, Al, K, Ca, Mg секілді элементтерді химиялық зерттеу жолымен анықтап келді. Ал көмірдегі микро элементтің құрамы –0.1% не одан да төмен болса онда оны химиялық жолмен зерттеу қиын болар еді. Сондықтан бұл қиындықты шешу жолы ол көмірдің элементтік құрамын ядролық физиканың әдісі болып табылатын рентген флуоресценция әдісімен зерттеу кең қолданысқа ие болуда. Бұндай зерттеу жұмыстары Еуропаның Германия, Чехия және Польша секілді елдерінде кең түрде қамтылып жүрілуде. Көмірге аса бай Қазақстандағы көмір кеніштерінде қолмен алып жүруге қолайлы портативті Рентген флуоресценциялық спектрометр құралдарын орналастыру арқылы [3] көмір қабаттарындағы көмірдің сапасын тексеріп отыру, оған сапалық баға беру бүгінгі күннің талабы болады. Бұл қоршаған ортаны қорғау, экологияны сақтау тұрғысынан алып қарағанда да аса маңызды іс болмақ [1].

Көмірдің күлі – көмірді жаққан кезде пайда болатын, көмірдің құрамындағы жанбайтын минералдық заттар. Көмір құрамындағы минералдық заттар қаншама көп болса, көмірдің күлділігі де соншама көп болады. Көмірдің күлі негізінде силикат, алюминий, темір, кальций, магнезий, титан, сондай-ақ, калий секілді элементтердің қоспаларынан тұрады. Көмірдегі күлдің құрамын ядролық физика әдістерімен зерттеу жұмыстары соңғы 20 жылда үлкен қарқынмен жүріп, бұл салада көптеген зерттеуші ғалымдардың зерттеу еңбектері жарыққа шықты [2] және бұған жаңа зерттеу техникалары мен әдістері енгізілді.

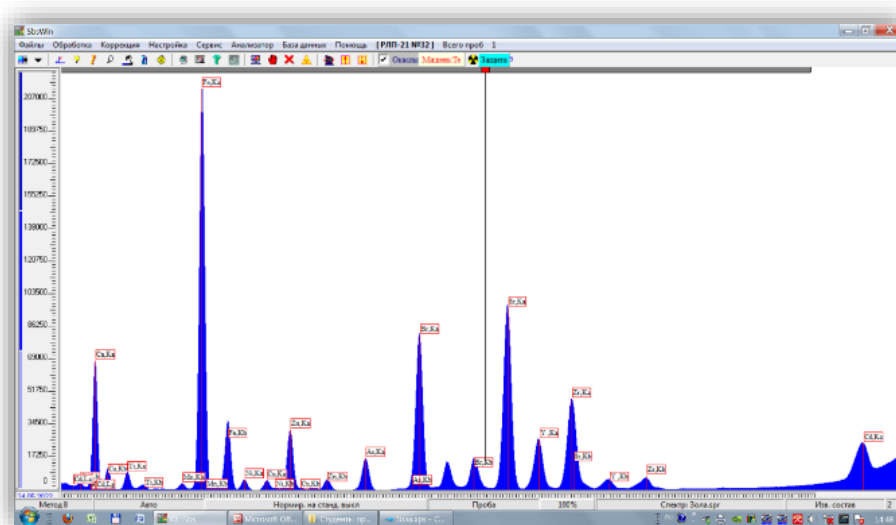
Көмір мен көмір күлінің құрамындағы элементтерді аналитикалық РФЗ әдісімен анықтау әдістемесі:

Көмір мен көмір күлінің құрамындағы элементтерді РФЗ әдісімен анықтау жұмысын жүргізгенде нысан ретінде *Шұбаркөл* көмір кеніші үлгісі алынды. Таблетка түрінде дайындалған көмірдің үлгілерінің элементтік құрамын анықтау жұмысы Алматы қаласындағы ҚР ҒМ Ядролық физика институтының Ядролық физиканың талдау әдістері зертханасындағы *«РЛП-21 жартылай өткізгішті детекторы бар рентген-флуоресцентті энергетикалық дисперсиялық құрылғы»*-нда жүргізілді.

Алдымен көмір арнайы құрылғыда ұнтақталып, дайындалды. Алынған үлгілер қалыпқа салынып, келесідегідей нәтижелер көрсетті (Сурет 1, 2).



Сурет 1. UG-1 сынамасының ұнтақталған үлгісінің РФЗ әдістері бойынша химиялық элементтерін анықтаған көрсеткіштері



Сурет 2. UG-1 сынамасының күлінен (зола) РФЗ әдістері бойынша химиялық элементтерін анықтаған көрсеткіштері

Бұл зерттеулерде *жартылай өткізгішті детекторы бар рентген-флуоресцентті энергетикалық дисперсиялық құрылғыны* пайдалану арқылы көмірдегі Sr, Ag, Se, Fe, Nb, Ni, K, Th, Cu секілді 31 элементтің 100 ден астам гамма шоғырын спектрден көруге болады. Бірақта бұл әдістің ең бір ыңғайсыздығы ол зерттеу аспап-құралының тау жыныстарын зерттеуге арналған құрал болғандықтан, ол көптеген элементтерді көрсете алмады.

Көмірге карағанда көмір күлінің құрамындағы элементтерді нақтырақ көрсетіп берді (Кесте 1).

Кесте 1

Стандарт ретінде алынған көмірдің UG-1 сынамасының ұнтақталған үлгісінің және UG-1 сынамасының күлінен (зола) РФЗ әдістері бойынша химиялық элементтерін анықтаған көрсеткіштер (Толықтырушы Z=1.19)

Элемент	Көмір көрсеткіші	Көмір күлінің көрсеткіші
Fe	0.1731±0.00049%	3.12±0.003%
Zn	0.00222±0.000041%	0.1210±0.00023%
Ag	0.9±0.01 г/т	0.6±0.2 г/т
Th	0.2±0.02 г/т	10.5±0.6 г/т
K	0.30±0.023%	0.59±0.022%
V	<0.0001±0.00092%	0.012±0.0029%
Mn	<0.01±0.00026%	0.066±0.0006%
Ni	<0.0001±0.00011%	0.0256±0.00022%
As	<0.0001±0.00011%	0.0087±0.00011%
Br	0.00119±0.000029%	0.1128±0.00013%
Sr	0.00294±0.000012%	0.06935±0.000071%
Zr	0.00%	0.01978±0.000043%
Mo	<0.0001%	0.00132±0.000018%
BaSO ₄	0.02±0.001%	0.0309±0.0033%
Bi	<0.0001±0.000035%	0.0003±0.00015%
Cu	0.00211±0.000065%	0.0296±0.00017%
Pb	<0.0001±0.000042%	0.0412±0.00014%
Cd	2.1±0.02 г/т	101.1±0.03 г/т
U	1.0±0.02 г/т	6.8±0.4 г/т
CaO	0.435±0.0139%	14.48±0.033%
Ti	0.029±0.0025%	0.679±0.0056%
Cr	0.0010±0.00049%	0.0140±0.00083%
Co	0.0007±0.00018%	0.0083±0.00074%
Ga	<0.0001±0.000027%	0.00175±0.000075%
Se	<0.0001±0.000018%	0.00026±0.000032%
Rb	<0.0001%	0.00182±0.0001%
Y	0.00%	0.01634±0.000036%
Nb	<0.0001%	0.00132±0.000017%
Pd	<0.1 г/т	0.1±0.1 г/т
W	<0.0001±0.00011%	<0.0001±0.00039%

Кестеде көрсеткіштерді салыстырып қарайтын болсақ көмір сынамаларындағы темірдің мөлшері $Fe = 0.1731 \pm 0.00049\%$ аралығында болса, ал көмір күлінің құрамындағы темірдің мөлшері $Fe = 3.12 \pm 0.003\%$ аралығында, яғни, абсолюттік айырмашылығын $Fe_1 = \text{summa}(Fe(UG-1) - Fe(\text{Зола}))/N$ көруге болады, яғни $Fe_1 = 2.9469 \pm 0.00251\%$ шамасында екенін көреміз.

Бұл зерттеуде «РЛП-21 жартылай өткізгішті детекторы бар рентген-флуоресцентті энергетикалық дисперсиялық құрылғы»-мен көмір мен көмір күліндегі микроэлементтердің мөлшерін қалай анықтауға болатындығын

көрсеттік. Біздің тәжірибе бойынша шығарған нәтижелеріміз арқылы көмір мен көмір күлінің микроэлементтерінің мөлшерінің айырмашылығын жоғарыда келтірілген кестеде көрсеттік. Бұл құрылғыда көмір үлгісінен гөрі көмір күлінің құрамын анық, әрі нақты көрсететінін байқадық.

Әдебиеттер:

1. Vaimolda D. Application of the XRF analysis in Coal Industry, Prague, 1996. – 77 с.

2. Баймолда Д. Рентген флуоресценциялық зерттеу әдісін көмір өндірісінде қолдану. Монографиялық еңбек. Павлодар, 2010. – 205 б.

3. Баймолда Д. Көмірдің химиялық құрамын зерттеуде аналитикалық әдістерді қолдану. Хабаршы-Вестник. Абай атындағы ҚазҰПУ. №2(58), 2017. – Б.1-3.

Ғылыми жетекшісі:

«Физика» кафедрасының қауым. профессоры,
Физика ғылымының PhD докторы Д. Баймолда

МРНТИ 29.15.33
УДК 539.1.09

ЖҰЛДЫЗДЫ ЗАТТЫҢ НЕЙТРОНИЗАЦИЯЛАУ ПРОЦЕСІНІҢ СИПАТТАМАСЫ

Болатбаев Е.Б.

** Абай ат. КазҰПУ, Алматы қ., Қазақстан Республикасы, 7М05302-Физика ҒБ
2 курс магистранты*

Жұлдыздар түзілетін зат негізінен гелий қоспасы бар сутектен және ауыр химиялық элементтердің аз қоспасынан тұрады және жұлдыздардың пайда болу процесін анықтайды [1-3]. Жұлдыздардың пайда болуы - бұл ғарыштағы газ-шаң кешендерінен жұлдыздардың пайда болу процесі.

Жұлдыздардың пайда болуы гравитациялық күштердің әсерінен кеңейтілген суық газ бұлттарының бөлшектенуінен басталады. Сонымен қатар, белгілі бір шарттар орындалуы керек – егер фрагменттің массасы белгілі бір критикалық мәннен асып кетсе, фрагментация мүмкін болады (Джинстік масса)

$$M_{Дж} = \left(\frac{k}{Gm_r m_H}\right)^{3/2} T^{3/2} p^{-1/2} \quad (1)$$

мұнда T және p – газдың температурасы және тығыздығы, m_H – сутегінің атомының массасы [2-3].

Осындай массасы бар фрагмент үшін энергияның едәуір мөлшерін алып жүретін субмиллиметрлік және ұзын толқынды ИҚ-диапазонындағы шаң сәулеленуі газды суық ұстайды. Газдың қысылуы изотермиялық дерлік жүреді. (1) өрнегінен бұл жағдайда тығыздықтың өсуімен $M_{Дж}$ мәні азаятынын және белгілі бір уақытта бұлттың тығыз бөлігі қайтадан осы сатыдағы $M_{Дж}$ шамасына жақын массасы бар жеке гравитациялық байланысқан фрагменттерге бөлінуі мүмкін екенін көруге болады [2-3].

Газ бұлтының пайда болған фрагменттерінің әрқайсысы өзінің ауырлық күшінің әсерінен қайтадан кішірейеді, ал $M_{Дж}$ шамасы оның массасынан әлдеқайда аз болғанда, ол өз кезегінде бірнеше ұсақ фрагменттерге бөлінеді. Бұл процесс каскадты фрагментация деп аталады. Фрагменттердің соңғы сериясы протожұлдыздар болып табылады - ауырлық күші ішкі қысыммен теңестірілетін газдың мөлдір емес массалары. Газ мөлдірлік күйіне жеткенде, фрагменттердің массасы өте нақты мәнге ие, ол тек іргелі тұрақтылар арқылы көрінеді - жарық жылдамдығы, гравитациялық тұрақты, Планк тұрақтысы, заряд және электронның массасы. Бұл шама қазіргі жұлдыздардың пайда болу теориясының маңызды нәтижелерінің бірі [1-3].

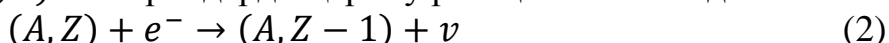
Қалыптасқан жұлдыз алдымен көп мөлшерде энергия шығарады. Бұл кезеңде ол Герцшпрунг-Рассел диаграммасының жоғарғы оң жағында орналасқан, яғни қызыл алыптар мен супергиганттар саласында. Жарқыл көзі сығылған кезде бөлінетін гравитациялық энергия болып табылады. Қысылған сайын беткі

температура жоғарылайды ал толық жарықтылық төмендейді. Нәтижесінде протожұлдыздар Герцшпрунг-Рассел диаграммасында солға және төменге, негізгі тізбекке қарай жылжиды. Бұл сәт протожұлдыздардың жұлдызға айналуын білдіреді [2]. Галактикада бірнеше жұлдызды популяциялардың болуын теория жұлдыздардың үздіксіз туылуымен түсіндіреді. Жұлдызды популяциялар мен жұлдыздардың жасы олардың химиялық құрамымен тығыз байланысты [1, 2].

Жұлдыздар эволюциясы тұрғысынан нейтронизациялау процесі - бұл жұлдыздар заттарының нейтрондық күйге ауысу процесі және бұл жұлдыздар эволюциясының соңғы кезеңдері. Өзінің термоядролық эволюциясын бастаған жұлдызда жұлдызды заттың 1 нейтроны шамамен 6 протонды құрайды [1, 3].

Жұлдыздар эволюциясының соңғы кезеңдерінде заттың тығыздығы едәуір артып, электронды газ деградацияға ұшырайды. Кері бета-ыдырау деп аталатын процестер жүре бастайды [1], олардың көмегімен протондар атом ядроларының ішінде нейтрондарға айналады. Нейтрино сәулеленуімен бірге жүретін атом ядроларының электрондарды бірнеше рет қармау процесі нейтронизация деп аталады [3].

Атомдық ядролардың (A, Z) электрондарды қармау реакциясы келесідей:



Реакцияның энергетикалық шегі (2) әдетте үлкен, сондықтан жұлдыздар эволюциясының соңғы сатыларына тән заттың жоғары тығыздығында ғана электрондардың Ферми энергиясы критикалық шамадан асып кетуі мүмкін ε_c – нейтронизация шегі:

$$\varepsilon_F > \varepsilon_c = Q_{A,Z} - Q_{A,Z-1} + Q_n \quad (3)$$

мұндағы, ε_F - электронның тыныштық энергиясын есептемегендегі Ферми энергиясы, $Q_{A,Z}$ - ядроның байланыс энергиясы, $Q_n = (m_n - m_p - m_e) \cdot c^2 = 0.7825$ МэВ - нейтронның бета ыдырау энергиясы. (3) реакциясы шартымен $\varepsilon_c < \varepsilon_e < \varepsilon_F$ интервалында ε_e энергиясы бар электрондар кіретін (2) реакция энергетикалық тұрғыдан тиімді болып табылады. Нейтронизация өнімі - радиоактивті ядролар, олар деградацияланған затта тұрақты, өйткені олардың ыдырауына Паули принципі тыйым салады: энергиясы ε_F -тен төмен барлық деңгейлер бос емес, ал бета-ыдырауындағы электрондардың энергиясы ε_c – дан аспайды.

Қорытындылай келе, нейтрондық жұлдыздар жұлдыздар эволюциясының мүмкін болатын аяқталуларының бірін білдіреді және ауыр атом ядролары мен электрондардың жұқа қабығымен қоршалған нейтрондық ядродан тұрады. Бұл ғарыштық денелердің массасын күннің массасымен салыстыруға болады, ал радиусы бірнеше ондаған шақырымды құрайды.

Әдебиеттер:

1. [Насирова Д.М., и др. монография «Проблемы ядерной астрофизики \(состояние вещества в экстремальных условиях\)», КазНУ, 2015. – 140 с.;](#)
2. Шкловский И.С., Звезды. Их рождение, жизнь и смерть, 3 изд., М., 1984;

3. www.astronet.ru

УДК 681.3.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНЕ

К.Б. Тлебаев, А.Б. Сапарғалиева, М.К. Шияпов

Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

Как известно, фазовый переход происходит скачкообразно и сопровождается изменением ряда показателей материала, в частности, изменением удельного объема (плотности) и внутренней энергии системы. Поэтому для понимания многих технологических процессов переработки полимеров и физико-химических процессов, происходящих при эксплуатации полимерных изделий, необходимо изучение фазовых состояний полимеров. В настоящее время одним из эффективных методов изучения физики полимеров наряду с другими методами является компьютерное моделирование.

Целью данной работы явилось определение и выяснение механизма возникновения фазовых переходов в Политетрафторэтилене (ПТФЭ) на основе измерения теплопроводности в интервале температур 80-330 К и компьютерного моделирования.

В качестве исследуемого материала был использован ПТФЭ марки (F – 4) промышленного изготовления. ПТФЭ имел степень кристалличности, равную 65% и плотность 2132 кг/м. Исследуемые образцы ПТФЭ представляли собой диски диаметром 30 мм и толщиной 15 мм. Для определения фазовых переходов в ПТФЭ, нами были проведены измерения теплопроводности в интервале температур 80 – 330 К на теплофизической установке ТАУ–5 Физико-технологическом центре КазНПУ им. Абая [1]. Методом рентгеноструктурного анализа была исследована структура образца ПТФЭ на установке «ДРОН» в нанолaborатории инженерного профиля КазНУ им. аль-Фараби.

Анализ экспериментальных данных температурной зависимости теплопроводности ПТФЭ показал, что теплопроводность в интервале температур 80-293 К линейно возрастает с ростом температуры. При температуре 293 К наблюдается скачкообразное увеличение теплопроводности, далее значение теплопроводности падает и при температуре 303 К теплопроводность вновь возрастает (Рис.1) [2,3].

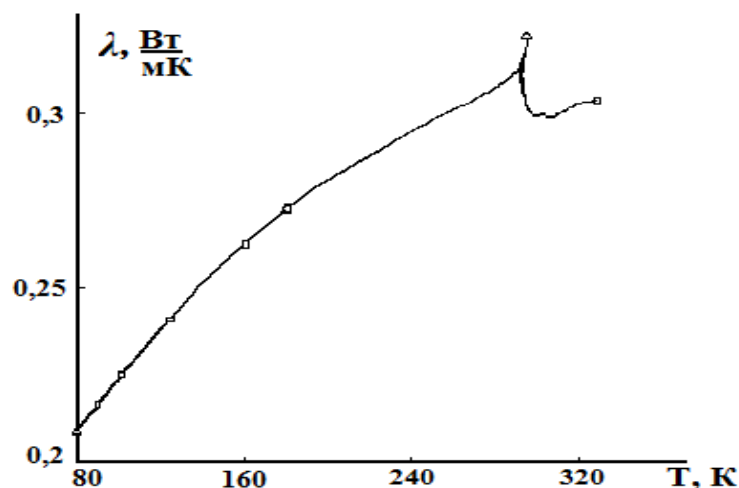


Рис.1. Температурная зависимость теплопроводности ПТФЭ

Известно [1], что полимер состоит из очень большого числа N ($N \sim 10^3 - 10^5$) повторяющихся звеньев или мономеров.

Например, повторяющиеся звенья ПТФЭ можно изобразить как $\dots - C_2F_4 - C_2F_4 - C_2F_4 - \dots$, которые образуют длинные цепи.

Особенность строения макромолекул: большая длина, способность изгибаться и принимать различные положения обуславливают у полимеров характерные особенности структуры и разнообразие структурных форм. В зависимости от величины межмолекулярных и внутримолекулярных сил полимеры могут находиться в двух фазовых состояниях: аморфном и кристаллическом. При этом у полимеров структура и характер изменения свойств будут различаться в зависимости от того, в каком физическом состоянии они находятся, а также от их соотношения.

При низких температурах макромолекулы ПТФЭ из-за заторможенной подвижности и плотного расположения находятся в кристаллическом состоянии. Плавное линейное возрастание теплопроводности ПТФЭ в области низких температур обусловлено внутримолекулярными взаимодействиями основной цепи. Скачкообразные изменения теплопроводности вызваны фазовыми переходами. При повышении температуры взаимодействие между макромолекулами в ПТФЭ уменьшается, что приводит сначала увеличению подвижности ее сегментов, а затем и всей макромолекулы.

За счет возрастания подвижности сегментов, макромолекулы ПТФЭ приобретают способность изменять ориентацию цепи, переходя из одной конформации типа 13–6 при температурах ниже 293 К в другую типа 1–15–7 в интервале температур от 293 до 303 К. Это подтверждается данными рентгенограммы, кристаллическая структура ПТФЭ ниже 293 К имеет триклинную решетку, а выше 293 переходит в гексагональную [3].

Для описания фазовых переходов в ПТФЭ была использована модель случайных блужданий [4]. В этой модели полимер рассматривается в виде гибкой длинной цепочки, которая может свободно двигаться и, следовательно, принимать всевозможные конфигурации.

Одной из фундаментальных геометрических характеристик, которую будем использовать для описания полимера, является среднеквадратичное расстояние между концами цепочки R_N , где R_N определяется формулой (1) и N – количество мономеров.

$$R_N = \sqrt{\langle \Delta R_N^2 \rangle} . \quad (1)$$

Литература

1. Б.А. Брискман, А.И. Купчишин, К.Б. Тлебаев. //Атомная энергия.–1996.–Т.80.–вып.2 – с.126–129.
2. Tlebaev K.B., Kurmanbaeva G.A. Modification of polytetrafluoroethylene on the base of ultrafine powder.// Eurasian Physical Technical Journal. –2021. – Vol.18. – No.3 (37) – p.24–29.
3. А.И. Купчишин, Б.Г.Тепикин, К.Б. Тлебаев. Развитие теории "порядок-беспорядок" для описания фазовых превращений в линейных полимерах. 9- ая международная конференция по радиационной физике и химии неорганических материалов: Тез. докл. /Томск, 1996. с.236.
4. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. Изд-во «Мир»,1990. Т.1. 331 с.

УДК 539

ПОЛИМЕРЛЕРДІҢ КЕЙБІР ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІН ҚАРАСТЫРУ

Қапан Ұ. А., Мухаметханов И.

*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті Алматы қ.,
Қазақстан Республикасы*

Біздің қарастырып отырған, полимерлердің кейбір қасиеттерін зерттеу мәселелері көптеген ғылыми еңбектерде талқыланған. Сол еңбектерге шолу жасай отырып алуан түрлі мәліметтер алдық. Соның ішінде, полимерлер біздің өміріміздегі маңызы ерекше болып табылады [1-3].

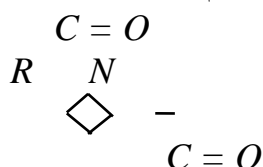
Жалпы полимерлерге келесідей түсініктеме берілген, полимер - ұзын, көбінесе сызықты, көп ($N \gg 1$) бірдей буындардан тұратын тізбектер. Синтетикалық полимерлер үшін $N \sim 10^2 - 10^4$ осы мономерлі аралықта болады. Біз

қарастырып жатқан полимерлердің физикалық қасиеттерін анықтайтын негізгі үш фактор бар екені белгілі, олар: тізбектегі мономер бірліктерінің саны көп: ($N \gg 1$); полимерлердің буындары тізбектей қосылған, сондықтан кеңістікте бір-бірінен тәуелсіз қозғала алмайды (төмен молекулалы газдар мен сұйықтардан айырмашылығы) және де полимерлі тізбектер әдетте икемді болады. [2]

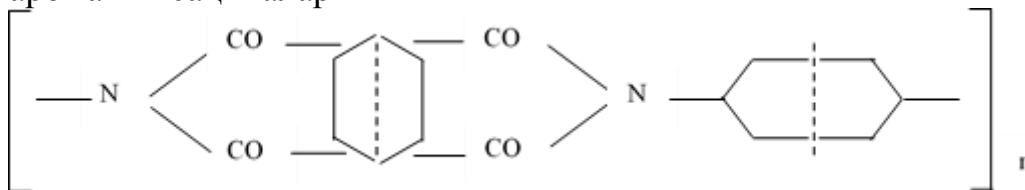
Полиэтилентерефталат (лавсан) – молекулалық массасы (15000-20000) болатын терефтал қышқылының диметил эфирін этиленгликольмен поликонденсациялау өнімі, құрылымы бар. $[-CH_2-CH_2-OC-O-C-]_n$



[4-5] Кристаллдың жоғары дәрежесіне байланысты терефтал қышқылы негізіндегі сызықты полимерлер жоғары балқу температурасына (265°C) және жоғары беріктікке ие. ПЭТ пленкалары конденсаторлар өндірісінде және электр машиналарын оқшаулау ретінде қолданылады. Пленкалар күшті: үзілу кезінде созылу кернеуі $\sigma_p = 140 - 290$ МПа. Полиэтилен пленкаларына қарағанда 10 есе жоғары. Олардың жоғары электрлік беріктігі ($E = 100$ МВ/М) және жоғары ыстыққа төзімділігі (рұқсат етілген ұзақ мерзімді жұмыс температурасы) $T_H = 120 - 130^\circ$, диэлектрлік шығын тангенсі $tg \delta$ 50 Гц $\sim 0,002 - 0,005$, диэлектрлік өтімділік $\varepsilon = 3 - 3,5$ және көлемдік электр кедергісі $\rho_v = 10^{14} - 10^{15}$ Ом·м./35/ Полиимидтер (Н-пленка) негізгі тізбекте циклдік имид тобын қамтиды:



және гетероатомдармен (O, S) немесе көміртек атомымен байланысқан ароматты сақиналар



Полиимидтерді тетракарбон қышқылының диангидридтері мен ароматты диаминдерді поликонденсациялау арқылы алады. Полиимидтер негізінен электрлік оқшаулау үшін қолданылады. Ұзақ мерзімді пайдалану жағдайында олар өте жоғары ыстыққа төзімділікке ие, олар балқымайды және термиялық ыдырау температурасына дейін пластиктен тұрады, бұл өте жоғары (шамамен 8000С). Полиимидті пленкалар механикалық қасиеттері бойынша ПЭТ пленкаларына ұқсас. Олар өте икемді: олар шағын диаметрлі таяқшаны бұзбай бұгуге болады $T = 270^\circ$ С. Аралықта 20-200°C $\varepsilon_p = 70 - 90$ %. Сонымен қатар 20°C $\delta_p = 160 - 180$ МПа; 200°C $\sigma_p = 120$ МПа, $E = 240$ МВ/м. 25°C и 10³ Гц $\varepsilon_p = 3,5$ болған кезде $tg \delta = 0,006$, $\rho_v = 10^{12}$ Ом м. /25/.

Фторопласт – механикалық қасиеттері жоғары және химиялық төзімділігі жоғары термопластика, оларда олар барлық полимерлік материалдардан асып түседі: $\rho v = 1015 \text{ Ом м}$ (1018 Ом м дейін), 60 және 1010 Гц жиілікте – 0,0002. Фторопласт ұзақ уақыт бойы өте кең температура диапазонында -2690-дан +2500С-қа дейін қолданылуы мүмкін, $T_{melt} + 3270\text{С}$ және одан жоғары температурада мөлдір емес полимер монолитті массаға агломерацияланатын мөлдір болады. /35/. Фторопластикалық пленка жақсы механикалық қасиеттерге ие: $\sigma\rho = 22 - 25 \text{ МПа}$, $\varepsilon\rho = 250 - 500\%$.

ρ - тығыздық кг/м³, v - көлем, T - температура, E - электрлік беріктік .

Қорыта келгенде, полимерледің механикалық қасиеттерін зерттеу мәселелері туралы ғылыми еңбектермен таныса отырып, кейбір полимерлер толық зерттелмегендігі байқалады. Полимерледің механикалық қасиеттерін зерттеуде компьютерлік модельдеуді қолдану қазіргі заманның талабы, сондықтан біз болашақта осы бағытта жұмысты жалғастырамыз.

Әдебиеттер:

1. Е.Б. Свиридов, В.К. Емен Полимерлер туралы кітап: қасиеттері мен қолданылуы. Сев. (Арктикалық) федералды. un-t. - 2-ші басылым.
2. [^ «Полимердің қасиеттері туралы мәліметтер қоры».](http://polymerdatabase.com/polymer%20physics/Crazing.html) <http://polymerdatabase.com/polymer%20physics/Crazing.html>
3. Одиан, Джордж; *Полимерлену принциптері, 3-ші басылым.* , Дж. Уайли, Нью-Йорк, 1991 ж. Джанг, ВЗ; *Жетілдірілген полимер композиттері: принциптері мен қолданулары*, ASM International, Материалдар паркі, ОН, 1994 ж
4. <https://kk.eferrit.com/>
5. М.Г.Тамм. Полимерлердің физикасы. Дәріс конспектісі. Мәскеу мемлекеттік университетінің физика факультеті. – 50 с.

МРНТИ 29.15.33

УДК 539.1.09

ЖҰЛДЫЗДАР ЭВОЛЮЦИЯСЫНЫҢ ӘРТҮРЛІ КЕЗЕҢДЕРІНДЕГІ НУКЛЕОСИНТЕЗДІҢ РӨЛІ

Жақсылықова А.*

** Абай ат. КазҰПУ 7М05302-Физика ФБ 1 курс магистранты*

Қазіргі ядролық физика мен астрофизиканың маңызды іргелі міндеттерінің бірі сирек кездесетін және оларсыз ауыр элементтердің нуклеосинтезі мүмкін емес нуклидтерді зерттеу, сонымен қатар нуклеосинтездің ғаламдағы әртүрлі экзотикалық "объектілерде" жүруі керек жағдайларды түсіну болып табылады.

Бұл объектілердің ішкі құрылысын зерттеуде жалғыз жолы болуы мүмкін. Нуклеосинтез біз білетін ғаламның жаратылуына мүмкіндік берді. Бұл процесті зерттеу бір жағынан жұлдыздар мен ғаламның құрылымы мен эволюциясын түсіндіруге, екінші жағынан ядролық өзара әрекеттесу туралы білімімізді жетілдіруге және толықтыруға мүмкіндік береді.

Нуклеосинтез-бұл атом ядроларының ғаламдағы табиғи жолмен, яғни әртүрлі "астрофизикалық сценарийлерде" түзілуі.

Табиғаттағы химиялық элементтердің таралуы туралы мәліметтерге сүйене отырып, ғалымдар көптеген ядролардың пайда болуының ең ықтимал көзі жұлдыздардың ішкі бөлігінде, яғни ядролық реакциялардың жекелеген топтарында жүретін дискретті ядролық процестердің тізбегі болып табылады деген қорытындыға келді.

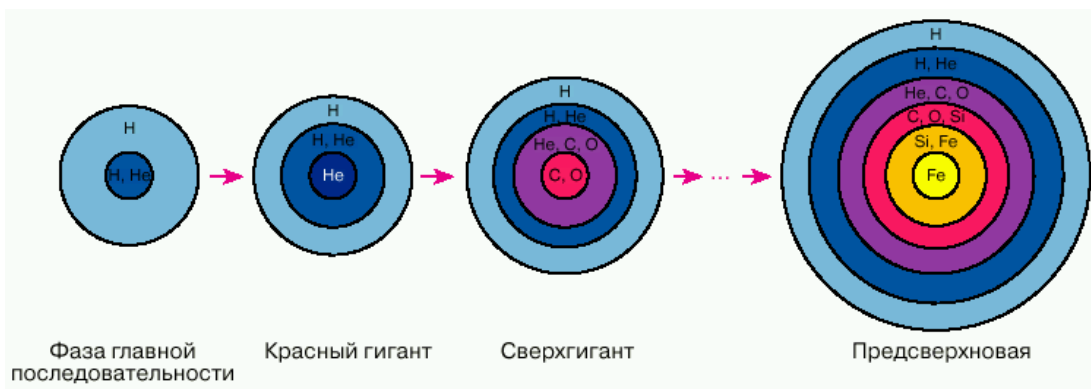
Химиялық элементтердің көміртегіден темір тобына дейінгі ядроларының түзілуі, қазіргі түсініктер бойынша, жұлдыздардың ішкі қабаттарында гелий, көміртек, оттегі, неон және кремнийдің жануы нәтижесінде, яғни осы айтылған нуклидтер қатысатын термоядролық реакциялар арқасында пайда болады.

Жұлдыздың ядросындағы сутегі қоры р-р немесе CNO циклдары нәтижесінде таусылғаннан кейін, ол осы гелий жұлдыздың ядросын қоршап тұрған қабатта жануын жалғастырады. Гелий ядросының массасы біртіндеп артады, гравитациялық күштер сонымен бірге жұлдыздың ядросын қысып, оның тығыздығы мен температурасын жоғарылатады. Жұлдыздың қабығы, керісінше, жұлдыздың жарқырауына бейімделіп, жұлдыздың беткі температурасы тіпті төмендейтін етіп кеңейеді. Өзгерген физикалық қасиеттердің нәтижесінде жұлдыз "спектр-жарқырау" диаграммасының негізгі тізбегінен шығып, қызыл алыпқа айналады.

Гелийдің жануы көміртегі мен оттегіден тұратын жұлдызды ядроның өсуіне әкеледі.. Жұлдыздың ядросы гелийдің жануы жалғасатын қабатпен қоршалған.

Көміртектің жану механизмі жұлдыздың массасына қатты тәуелді. Массивті жұлдыздарда көміртегі жұлдыздың статикалық тепе-теңдігі жағдайында жанып, жануын жалғастыра алады. Массасы бірнеше күн массасы болатын жұлдыздарда көміртегі ядросы пайда болуы мүмкін болса, электрондардың азғындалған күйінде көміртек жанады.

Массивті жұлдыздардың нуклидтік құрамының ішкі өзгерістерін, сонымен қатар, олардың эволюциясының жеке кезеңдерін 1-суретте көрсетілген схема арқылы көрсетуге болады. Жұлдыздың соңғы кезеңі ұзақ өмір сүре алмайды, өйткені оның орталығында термоядролық реакциялар жоғалады. Жұлдыздың бұл күйі ондағы тепе-теңдіктің бұзылуына байланысты жұлдыздың жарылуы алдындағы аса жаңа жұлдызға дейінгі күй деп аталады.



Сурет -1 - Массивті жұлдыздың негізгі нуклидтік құрамының эволюциясының схемасы

Жоғарыда аталған себептерге сәйкес Д. Менделеев кестесінде темір тобынан кейін орналасқан атом ядроларының синтезі басқа механизмдермен қамтамасыз етілуі керек және М. мен Дж. Бербиджи, в. Фаулер және Ф. Хойл 1957 жылы көрсеткендей мұндай нуклидтер үш әртүрлі процестер нәтижесінде пайда болды: s – , r – және p – процестері.

Жұлдыздардың келесі кластары белгілі екенін еске түсірейік:

- *негізгі реттілік* - Г-Р диаграммасында ең көп қоныстанған аймақ (90%). Бұл фаза сутегін гелийге айналдыру процесінде энергияның бөлінуімен байланысты.

- *қызыл алыптар* - ядросында сутегінің жануы аяқталған жұлдыздар. Олардың ядросы гелийден тұрады, бірақ гелийдің ядролық жану температурасы сутегінің жану температурасынан жоғары болғандықтан, гелий қыза алмайды. Сутегі қабатының көзінен пайда болатын энергия жұлдыздың сыртқы қабаттарын сыртқа қарай итеріп, олардың кеңеюіне және салқындауына әкеледі. Суық жұлдыз одан қатты «қызарып» кетеді.

- *көлденең тармақ* - гелийдің термоядролық жануы жүреді (үштік гелий реакциясы), ал ядроны қоршап тұрған қабықта - CNO-циклі жүреді.

- *супергиганттардың асимптотикалық тармағы*-жұлдыздың ядросында барлық гелий жанып кеткенде, жұлдыз асимптотикалық көлденең тармаққа супергигант сатысына өтеді және қызыл немесе сары супергигантқа айналады. Супергиганттар ядролық реакциялар жүретін көптеген аймақтары бар күрделі құрылымға ие.

- *ақ ергежейлілер тізбегі* - бұл ядросын «ашқан» жұлдыздар, олар ыстық, кішкентай және жарықтығы төмен көк түске айналады. Ақ ергежейлілер көміртегі мен оттегіден, неоннан және магнийден тұрады. Ақ ергежейлілердегі ядролық реакциялар жүрмейді.

Соңғы онжылдықтарда астрофизикалық нуклеосинтездің таңғажайып көрінісін түсіндіруде көптеген нәтижелер алынды. Бұл көріністің көптеген фрагменттері әлі аяқталмағанымен, оның негізгі ерекшеліктеріне сенімділігі соншалық, ол Ғалам туралы білімнің ең бай қоймасы болып қала беретіні сөзсіз.

Әдебиеттер:

1. Насирова Д.М., и др. монография «Проблемы ядерной астрофизики (состояние вещества в экстремальных условиях)», КазНУ, 2015 – 140 с.;
2. Шкловский И.С., Звезды. Их рождение, жизнь и смерть, 3 изд., М., 1984;
3. www.astronet.ru

МРНТИ 29.15.33

УДК 539.1.09

КҮНДЕ ЖҮРЕТІН ПРОЦЕССТЕР МЕН РЕАКЦИЯЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ

Орынбасар Н*

* *Абай ат. КазҰПУ 7М05302-Физика ФБ 1 курс магистранты*

Жалпы, жұлдыздарда жүретін процесстер сан алуан. Солардың ішінде бізге ең жақын жұлдыз Күнге тоқталуға болады. Күнде, оның қойнауында болып жатқан термоядролық реакциялардан басқа, әртүрлі қуатты күн жарқылдарын, күндегі желді, күн дақтарын қарастыруға болады. Күн жарқылдары – миллиондаған сутегі бомбасының қуатына тең энергия шығару. Ол Күн дақтарының жиналған орындарында магнит өрістерінің күшті деформациялануы нәтижесінде туындайды. Күндегі дақ неғұрлым үлкен болған сайын, соғұрлым ондағы жарқылдар қуатты болып келеді. Энергия шығарындылары бірнеше секундтардан бірнеше сағаттарға созылуы мүмкін.

Қарқындылығы бойынша Күндегі жарқылдарды бірнеше класстарға бөледі: Х – ең қуаттылары, М – орташа, С – әлсіз, А және В – байқалмайды деп айтуға болады.

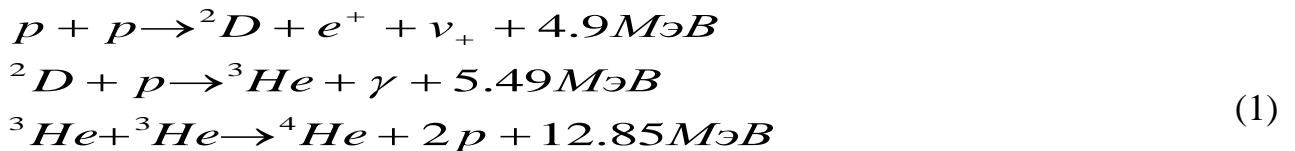
Күндегі жарқылдарды күн тәжінен шыққан масса шығарындыларымен шатастыруға болмайды. Соңғылары ғарышқа миллиардтаған тонна плазма немесе электрлік зарядталған газ шығарады. Осы зат ағыны Жерге жеткенде, планетаның магнит өрісіне әсер етеді, солтүстік шұғыланы туындатып, электрқұралдарының істен шығуына әкеледі. Күн тәжінен шығатын шығарындылар мен жарқылдар бір уақытта және бірдей табиғатқа ие болса да, ғалымдар оларды әртүрлі құбылыстар деп есептейді.

Термоядролық синтез – жұлдыздардағы энергия көзі, яғни жоғары температура мен қысым әсерінен сутегінің гелийге айналуы реакциясының жиынтығы болып табылады. Ол екі түрлі жолмен жүруі мүмкін. Біріншісі, протон-протондық цикл деп аталатын сутегінің екі ядросының «ауыр сутегіне» айналып, одан кейін гелий туындайтын реакция. Екіншісінде, неғұрлым ауыр элементтер ядролары: көміртегі (С), азот (N) және оттегі (O) бір-біріне айналып, осы ретте сутегін «шығындап», гелий өндіреді. Күн сияқты жеңіл жұлдыздар үшін, алғашқы протон-протондық цикл, неғұрлым массивті жұлдыздар үшін CNO-цикл негізгі болып табылады. Бірақ бұл реакциялар бір-

бірін жоққа шығармайды, яғни CNO-цикл реакциялары Күннің қойнауында 1 пайыз болса да жүріп жатады.

Протон-протондық цикл массасы Күн массасына жуық немесе одан кіші жұлдыздарда жүзеге асады. Бұл циклді негізгі үш тізбекке бөледі: ppI, ppII, ppIII. Алғашқы екі тізбек қана энергияшығаруды айтулы рөл атқарады.

10-нан 14 миллион градусқа дейінгі температурада басым болатын ppI тізбегінің соңғы өнімі төрт Протонның бірігуінен пайда болған гелий атомының ядросы болып табылады, бұл протондар массасының 0,7% - на тең энергия шығарады. Цикл үш кезеңнен тұрады. Бастапқыда кулондық тосқауылды жеңуге жеткілікті энергиясы бар екі Протон біріктіріліп, дейтерон, позитрон және электронды нейтрино түзеді; содан кейін дейтерон протонмен қосылып, ^3He ядросын құрайды; соңында гелий-3 атомының екі ядросы қосылып, гелий-4 атомының ядросын құрайды. Бұл екі Протонды босатады.



Басқа екі тізбек (ppII және ppIII) циклге ppI-ге қарағанда жоғары температурада үлес қосады. Күн сәулесінде сутектің гелий-4-ке қосылуының шамамен 85% - ы ppI арқылы жүреді.

Күннің "отынын" жұмсайтын уақыты және термоядролық реакция тоқтайды, шамамен 6 миллиард жыл.

Кейбір жағдайларда (күнде 0,25% немесе 400-ден бір реакцияда) протондардың дейтерий ядросына бірігуі позитрон эмиссиясымен емес, электронның жұтылуымен жүреді. Екі протон мен электронның бұл бірігуі пер реакциясы деп аталады (бөлшектердің бастапқы күйінде); онда 1,44 МэВ энергиясы бар моноэнергетикалық нейтрино шығарылады.

Әдетте, дейтерон мен Протонның бірігуінен кейін pp циклінің екінші реакциясында пайда болған гелий-3 ядросы басқа ^3He ядросымен (ppI тармағы, күн жағдайында 85%) немесе ^4He (ppII және ppIII тармақтары, күн сәулесінде шамамен 15%) әрекеттеседі. Өте сирек жағдайларда (күн сәулесінде 10-5%) ^3He гелий-4 ядросын, позитронды және электронды нейтрино түзу үшін Протонды ұстайды. Бұл her реакциясы ($^3\text{He} + p$ атауы) сирек кездеседі, өйткені ол әлсіз өзара әрекеттесу арқылы жүреді-бастапқы күйдегі үш Протонның бірі нейтронға айналуы керек-ал бәсекелес реакциялар $^3\text{He} + ^3\text{He}$ және $^3\text{He} + ^4\text{He}$, жоғары кулондық тосқауылға қарамастан, жоқ нуклондардың зарядының өзгеруіне байланысты.

Әдебиеттер:

1. Bethe, H. A., Critchfield, C. L. // Physical Review 54, no. 4 (1938): 248.P.

2.E. E. Salpeter, Nuclear Reactions in the Stars. I. Proton-Proton Chain // Phys. Rev. 88, P. 547 — 1 November 1952 [doi:10.1103/PhysRev.88.547](https://doi.org/10.1103/PhysRev.88.547)

УДК 539.141/.142

ЕКІ АЛЬФА БӨЛШЕКТИҢ СЕРПІМДІ СОҒЫСУ РЕАКЦИЯЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

ЕРНАР НҰРАСЫЛ, ОРЫНБАСАР НҰРДАУЛЕТ

*Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы,
Қазақстан*

Әртүрлі ядролық реакциялар кезінде атом ядросының құрылысы мен онда болатын процестерді зерттеу, ядролық физиканың негізгі міндеттері болып табылады. Дегенмен, ядроның құрылысы мен оның ішіндегі процестерді зерттеудегі ең күрделі міндеттердің бірі - ядро аймағындағы өзара әрекеттесетін және нуклондарды бірге ұстап тұратын ядролық күштерді дұрыс анықтау болып қала береді. Ядролық күштер әлі де нақты анықталмағандықтан және көбінесе зерттелмегендіктен, оларды зерттеу күні бүгінге дейін өзекті болып табылады. Ядролық күштерді және нуклондардың бір-бірімен әрекеттесу сипатын дұрыс анықтау үшін, әртүрлі теориялық есептеулерде нуклон-нуклондық потенциалдар қолданылады. Өздерінің сипаттамалары бойынша олар әртүрлі, қарапайымнан күрделіге дейін болады. Біздің мақсатымызға жетуіміз үшін, әрқайсысының өз алмасу параметрлері бар екі нуклон-нуклондық потенциал таңдалды.

Әртүрлі нуклон-нуклондық потенциалдардың әсерін және солар арқылы ядроның күйін зерттеу үшін төменгі 0-15 МэВ аралығындағы екі альфа бөлшектің қатысуымен жүретін серпімді шашырау реакциясы қарастырылды.

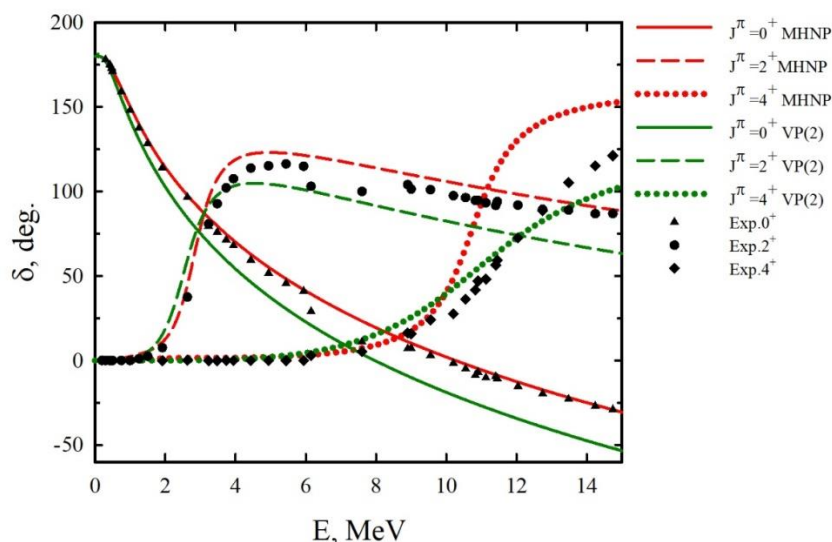


Бұл қарастырылған реакция тек ядролық физиканың көптеген саласында ғана емес, сонымен қатар астрофизикада да қызықты болып табылады, себебі ядролық әсерлесудің әсерін көрсететін қарапайым, бірақ, сонысына қарамастан қызықты нуклондық комбинация болып табылады. Екі альфа бөлшектің осы шашырау реакциясында қысқа уақыт ішінде пайда болған резонанстық күй бериллий ${}_4^8\text{Be}$ изотопының тұрақсыз ядросы болып табылады, ол өзінің ерекшеліктеріне байланысты тек мына күйлерде болуы мүмкін: 0^+ , 2^+ и 4^+ .

${}^8_4\text{Be}$ ядролары өте орныксыз болып табылады және бос күйінде табиғатта кездеспейді. Бірақ ол Күнде, жұлдыздық ортада жүретін термоядролық реакциялардың маңызды құрамдасы болып табылады.

Екі бөлшектің шашырау реакциясында аз уақыт аралығында пайда болатын ядролары тұрақсыз болады. Сондықтан ол бос күйінде табиғатта кездеспейді. ${}^8_4\text{Be}$ ядролары $J^\pi = 0^+, 2^+, 4^+$ күйлерінде бола алады. Осы кластерлік жүйені сипаттау үшін жаңартылған Хасегава Нагата (MNHP) және Волков (B2) потенциалдары қолданылады. Бұл потенциалдар спин-орбиталық және орталық компоненттерді де ескереді [1, 2].

$J^\pi = 0^+, 2^+, 4^+$ күйлері үшін жаңартылған Хасегава Нагата (MNHP) және Волков (B2) потенциалдарын қолданып шашырау фазалары алынды (1 сурет).



1 сурет. Хасегава Нагата (қызыл) және Волков (жасыл) потенциалдары

Бұл жұмыста нуклон-нуклондық әсерлесулерді пайдаланып, пайда болған резонанстық күй үшін теориялық есептеулер жүргізілді.

Әдебиеттер

1. Hasegawa A. and Nagata S., “Ground state of ${}^6\text{Li}$ ”, Prog. Theor. Phys., vol. 45, pp. 1786-1807, 1971.
2. Tanabe F., Tohsaki A., and Tamagaki R., “ $\alpha\alpha$ scattering at intermediate energies”, Prog. Theor. Phys., vol. 53, pp. 677-691, 1975.

ӘОЖ 533.15; 536.25

ЖАЗЫҚ ВЕРТИКАЛЬ КАНАЛДАҒЫ МОЛЕКУЛАЛЫҚ МАССАТАСЫМАЛДАУДЫҢ ШЕКАРАСЫН АНЫҚТАУ

Пердебек Муслима Жайсанқызы

*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы,
Қазақстан, muslima.perdebek@gmail.com*

*Ғылыми жетекші: физика-математика ғылымдарының кандидаты
Мукамеденқызы В.*

*Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы,
Қазақстан mukameden@inbox.ru*

Көпқұрамды газ жүйелеріндегі массатасымалдауды зерттеу барысында жүйеде орын алатын диффузия немесе конвекция араласу режимдерінің қандай түрі болатынын білу қажет. Сондықтан да, араласу режимдерін зерттеу барысында негізгі мәселелердің бірі жүйенің орнықтылық күйден орнықсыздық күйге өту кезіндегі шекарасын анықтау болып табылады. Диффузиялық каналда тығыздық бойынша стратификацияланған аймақтардың пайда болуы ауысу режиміне алып келеді [1]. Мұндай режимдерді тәжірибе немесе сандық есептеулер арқылы анықтауға болады. Алайда, тәжірибелік әдістердің күрделілігін және материалдық шығындарын ескере отырып, қажетті ақпаратты алуға мүмкіндік беретін сандық әдістердің бірқатарын қарастыруға болады. Үшкомпонентті газ қоспаларының макроскоптық қозғалысын Навье-Стокс теңдеуінен, қоспа бөлшектері мен компоненттерінің сандық сақталуы және күй теңдеуінен тұратын гидродинамиканың жалпы теңдеуімен сипатталады [1]. Изотерімдік жағдай үшін теңдеулер жүйесін аз ұйытқулар әдісімен шешеміз. Мұнда шекаралық шарттарды газ қоспасын қоршап тұрған вертикаль қабат арқылы зат тасымалданбайды және жылдамдық нөлге тең болады деп қарастырамыз:

$$u = 0, \quad \frac{\partial c_1}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial c_2}{\partial x} = 0, \quad x = \pm 1, \quad (1)$$

мұндағы u және c_i меншікті функцияларды мынадай түрде анықтауға болады:

$$u = \frac{sh\gamma x}{sh\gamma} - \frac{\sin \gamma x}{\sin \gamma}, \quad c_i = -\frac{K_i}{\gamma^4} \left(\frac{sh\gamma x}{sh\gamma} + \frac{\sin \gamma x}{\sin \gamma} \right), \quad (2)$$

$$\gamma^4 = K_1 R_1 \tau_{11} + K_2 R_2,$$

$$K_1 = \frac{\left(1 - \frac{A_2}{A_1} \tau_{12}\right)}{(\tau_{11} - \tau_{12} \tau_{21})}, \quad K_2 = \frac{\left(\tau_{11} - \frac{A_1}{A_2} \tau_{21}\right)}{(\tau_{11} - \tau_{12} \tau_{21})}.$$

мұндағы $\tau_{ij} = \frac{D_{ij}^*}{D_{22}^*}$ - диффузияның практикалық коэффициенттерінің қатынасын анықтайтын параметр, $A_i d$ - i -ші компоненттің концентрациясы, $R_i = \frac{g \beta_i A_i d^4}{\nu D_{ii}^*}$ - Рэлейдің парциаль диффузиялық саны және γ ұйытқу декрементін Рэлейдің парциаль сандары R_1 және R_2 арқылы мына теңдеуден анықтауға болады:

$$\operatorname{cth} \gamma = -\operatorname{ctg} \gamma \quad (3)$$

Сонымен, Рэлейдің критикалық сандарының спектрі тақ мәндері үшін (3) теңдеуден анықталады:

$$\begin{aligned} \gamma_1 = 2,365; \gamma_3 = 5,498; \gamma_5 = 8,639; \dots \\ R_1 = 31,29; R_3 = 931,8; R_5 = 5570; \dots \end{aligned} \quad (4)$$

Орнықсыздықтың монотонды шекарасы MM Рэлей сандар жазықтығында мынадай түрде анықталады:

$$\tau_{11} \left(1 - \frac{A_2}{A_1} \tau_{12}\right) R_1 + \left(\tau_{11} - \frac{A_1}{A_2} \tau_{21}\right) R_2 = [\gamma_n]^4 (\tau_{11} - \tau_{12} \tau_{21}), \quad (5)$$

мұндағы $n = 1, 3, 5 \dots$ - ұйытқудың тақ модалары.

Бұл теңдеу Рэлей сандар жазықтығын (R_1, R_2) екіге аймаққа бөлетін MM сызығын береді. Мысалы, $0,21C_3H_8 + 0,79CO_2 - N_2O$ (концентрация мольдік үлеспен берілген) жүйесі үшін бұл теңдеу Рэлей сандар жазықтығын диффузия - I (ұйытқу өшетін) және механикалық тепе-теңдіктің орнықсыздығына - II (ұйытқу өсетін) аймаққа бөледі. Рэлейдің критикалық парциаль мәні теориялық табылған мәнге сәйкес келеді, яғни $R_{cp} = 31,12$. Алынған теориялық есептеулердің дұрыстығына көз жеткізу үшін екіқолбалық әдіспен жасалған тәжірибе мәндерімен салыстырылды [2, 3]. Жүргізілген тәжірибе мәндері бойынша $0,21C_3H_8 + 0,79CO_2 - N_2O$ жүйесі үшін $p = 0,25 \text{ МПа}$ қысымда диффузиялық каналда араласу режимінің ауысуы байқалады. Бұл қысымнан төмен қысымдарда – диффузия, ал осы қысымнан жоғарғы қысымдарда – конвекция құбылысы өтеді.

Сандық есептеулердің нәтижелері көрсеткендей $p = 0,3 \text{ МПа}$ қысымға сәйкес келетін орнықтылық сызығында жатыр. Ал, жоғары қысымға сәйкес келетін нүктелер, орнықсыздық аймағында орналасқан. Қысымның аз мәндері үшін

есептелген мандер орнықты массатасымалдау аймағында жатқанын көре аламыз.

Демек, массаөткізбейтін қабырғалары бар диффузиялық каналдың өлшемдерін ескере отырып, диффузия-конвекция режимінің өзгеруін сипаттайтын бұл математикалық модель эксперименттік деректерді жеткілікті түрде сипаттайды.

Әдебиеттер тізімі

[1]. V.N. Kosov, V.D. Seleznev and Yu.I. Zhavrin. The diffusion instability of isothermal three-component gas mixtures / Thermophysics and Aeromechanics, 7 (1), 127-135, 2000.

[2]. Yu.I. Zhavrin, V. Mukamedenkyzy, I.V. Poyarkov. Diffusive and convective mixing of propane carbon dioxide binary mixture with pure nitrogen protoxide / Technical physics. – 2007. – Vol. 52, № 7. – P. 947-949.

[3]. Yu. I. Zhavrin, M. S. Moldabekova, I. V. Poyarkov, V. Mukamedenkyzy. Experimental study of diffusion instability in three-component gas mixture without density gradient / Technical Physics Letters. – 2011. – Vol. 37, № 8. – P. 721-723.

УДК 533.15; 536.25

КӨПКOMPONENTTІ ГАЗ ЖҮЙЕЛЕРІ ҮШІН ЭФФЕКТИВТІК ДИФФУЗИЯ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАДАН ТӘУЕЛДІЛІГІ

В. Нұрдәулетқызы¹, А. А. Чахалов²

¹*Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

²*әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

Әртүрлі эксперименттік әдістермен алынған эффективтік диффузия коэффициенттеріне (ЭДК) салыстырулар жүргізілді. Бинарлық диффузияда мұндай сәйкестендірулер оңай жүргізіледі, өйткені эксперименттік материалдар өте көп, жеткілікті (олар [1, 2]) жұмыста келтірілген. Осындай салыстырулардың мақсаты қарастырып отырған әдістерді негіздеу, сонымен қатар, сәйкестендірулер арқылы кейінгі эффективтік диффузия коэффициенттерінің артықшылықтарын (немесе кемшіліктерін) анықтау. Бұл мақалада газ диффузиясының эффективті коэффициентінің температураға тәуелділігінің үшкомпоненттік үштік жүйесі қарастырылған, компоненттерінің әрқайсысы әр түрлі шамада аммиактың синтездеу процесіне қатысады.

Концентрациялары әртүрлі балласты газ жүйелері үшін He+CO₂-Ar+CO₂ (He) және He+R12-Ar+R12(He) негізгі компоненттері гелий және аргонның стационарлық және екіқолбалық әдіспен алынған эффективтік диффузия коэффициенттеріне салыстырулар жүргізілді [3, 4]. Алынған нәтижелер 1 -

суретте көрсетілген. Максвелл Больцман-Джинс (МБД) теориясы бойынша есептелген нәтижелер де осында келтірілген.

$$D_i = \frac{D_{ii}}{x_i + \alpha_{ij}x_j + \alpha_{ik}x_k}, \quad D_{ii} = \frac{1.051\sqrt{8kT/\pi m_i}}{3\pi\sqrt{2n_i\sigma_{ii}^2(1-\omega_{ii})}},$$

$$\alpha_{ij} = \left(\frac{\sigma_{ii} + \sigma_{jj}}{2\sigma_{ii}}\right)^2 * \frac{1-\omega_{ij}}{1-\omega_{ii}} \sqrt{\frac{m_i + m_j}{2m_j}},$$
(1)

мұндағы D_{ii} - i -ші компоненттің өздікдиффузия коэффициенті; ω_{ij} - жылдамдық персистенциясы; ω_{ii} -0,406; $\alpha_{ij}=1$ және Стефан-Максвелл.

$$D_1^{\text{эф}} = \frac{D_{21}[D_{31} + y_1(D_{32} - D_{31})]}{y_1D_{23} + y_2D_{31} + y_3D_{12}}$$

$$D_2^{\text{эф}} = \frac{D_{21}[D_{23} + y_2(D_{31} - D_{23})]}{y_1D_{23} + y_2D_{31} + y_3D_{12}}$$
(2)

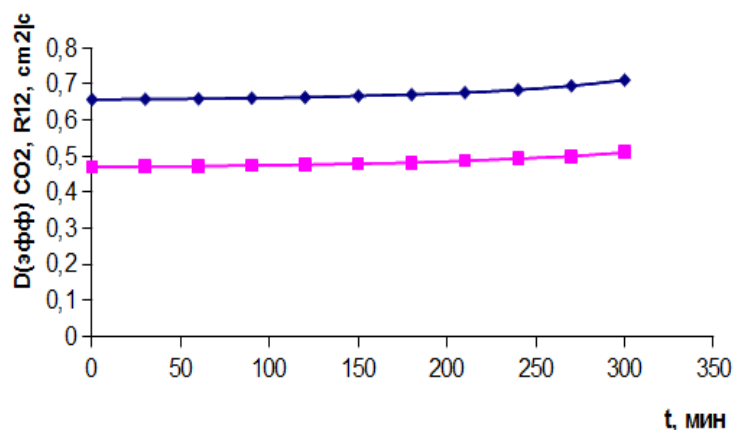
Сәйкессіздіктер ауыр компонент аргон үшін орындалады. Бұл эффективтік диффузия коэффициенттерін қорытып шығару кезінде осы жүйелер үшін газ-сұйылтқыштардың тасымалдануы кезінде жүйелерде орташа көлемдік есепте концентрацияның тасымалы кезінде өзгеріссіз қалуымен байланысты. Сондықтан эксперименттер өте мұқият орындалуды қажет етеді, сол себепті аз қателіктер ғана кетуі керек [5, 6].

Сонымен қатынас мынадай түрге келеді:

$$y_2y_1(D_{22}^* - D_{11}^*) = y_1(1-y_1)D_{21}^* - y_2(1-y_2)D_{12}^*$$
(3)

мұндағы y_i - i компонентінің мольдік үлесі.

Алынған нәтижелерден (3)-тің сол жақ бөлігі оң жақ бөлігінің бастапқы мәндерінен дөңгелектеудің келтірілген шегімен сәйкестігі көрсетілді. Осыдан (3) түрінде алынған матрицалық коэффициенттердің өзара байланысы дұрыс деген қорытындылар жасауға болады.



Сурет 1. $0,5\text{He}+0,5\text{CO}_2-$
 $0,5\text{Ar}+0,5\text{CO}_2(\text{He})$ және
 $0,5\text{He}+0,5\text{R12}-$
 $0,5\text{Ar}+0,5\text{R12}(\text{He})$
жүйелері үшін
 $p=0.101\text{МПа}$ қысым мен
 $T=298\text{К}$ температурада
 CO_2 мен R12
эффективтік диффузия
коэффициенттерінің
уақыт бойынша өзгерісі
келтірілген.
◆ - CO_2 ■ - R12

Сонымен көпкомпоненттік диффузияны сипаттау кезінде жүргізілген әртүрлі талдаулардан ЭДК әдісі, Максвелл Больцман-Джинс теориясы және Стефан-Максвелл теорияларының барлығы да дұрыс орындалатындығы анықталды. Осы теориялардың кез келгенін қолдану күрделі массаалмасу есептерінің соңғы нәтижелеріне қойылған талаптардың дәлдігінен ғана тәуелді болып табылады.

Әдебиеттер

1. Молдабекова М.С., Мукамеденқызы В., Асембаева М.К., Жаврин Ю.И., Федоренко О.В. Температурные зависимости эффективных коэффициентов диффузии для двух многокомпонентных газовых систем, содержащих воздух, водород и некоторые углеводороды 2017 - г. 6 - стр. 62.
2. Moldabekova, M.S., Asembaeva, M.K., Krasikov, S.A., Nurtay, G.F. Features of diffusion and convective mixing in mixtures containing hydrocarbons. *Journal of Physics: Conference Series* this link is disabled, 2020, 1565(1),
3. Жаврин Ю.И., Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В., Мукамеденқызы В. Температурные зависимости эффективных коэффициентов диффузии для двух многокомпонентных газовых систем, содержащих воздух, водород и некоторые углеводороды 2017 - г. 6 - стр. 62
4. Жаврин Ю.И. Молдабекова М.С. Асембаева М.К., Мукамеденқызы В. Нурмуханова А.З. Изучение диффузионного процесса для смеси некоторых углеводородных газов в водород. Вестник КазНПУ, КазНПУ имени К.И. Сатпаева, - 2018. - №1 (125). -С. 316 -322.
5. Косов В.Н., Асембаева М.К., Красиков С.А., Федоренко О.В. Опытный стенд для изучения массообменных характеристик многокомпонентных газовых смесей в наклонных каналах. Вестник КазНПУ, Серия Физико-математические науки. - 2018. - №3(63). -С. 269-273.

6. Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Арипбаев К.Т., Айдарханова А.М. Газ қоспасындағы массатасымалдауды эффективтік диффузия коэффициенті арқылы сипаттау. Вестник КазНПУ, №1(131) Алматы, 2018. с. 323-327.

УДК 533.15; 536.25

H₂+N₂-CH₄ ГАЗ ҚОСПАСЫНЫҢ ЭФФЕКТИВТІК ДИФФУЗИЯ КОЭФФИЦИЕНТІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ТӘУЕЛДІЛІГІ

Қ. Ж. Тоқтасын¹, А. Н. Ділімбетова²

¹*Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

²*Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, Қазақстан, Алматы.*

Көпкомпонентті газ жүйесіндегі эффективті диффузия коэффициентінің температураға тәуелділігі қазіргі анықтамалық әдебиеттерде көп айтылмайды, ал бұл мақалада газ диффузиясының эффективті коэффициентінің температураға тәуелділігінің үшкомпоненттік жүйесі қарастырылған, сондықтан компоненттерінің әрқайсысы әр түрлі шамада аммиактың синтезделуін қарастыруға болады.

Эффективті диффузия коэффициенті екіолбалық әдіспен өлшенді, қысым диапазоны 0,2–1,0 МПа және $T=298,0$ К температурадағы изотермдік процестегі, бинарлық қоспа концентрация компоненттеріндегі 0,1 тен 0,9 мольдік мөлшерінде, газ қоспасы хроматографта талданған. Эффективті диффузия коэффициентін өлшеу барысындағы өлшеу қателігі 4–9% болды [1]. Эффективті диффузия коэффициентінің компоненттерінің температурадан тәуелділігі жартылай эмпирикалық формула түрінде көрсетілген:

$$D_i^{\text{эф}} = D_{ii}^* + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{k-1} D_{ij}^* \frac{dc_j}{dc_i}, \quad (1)$$

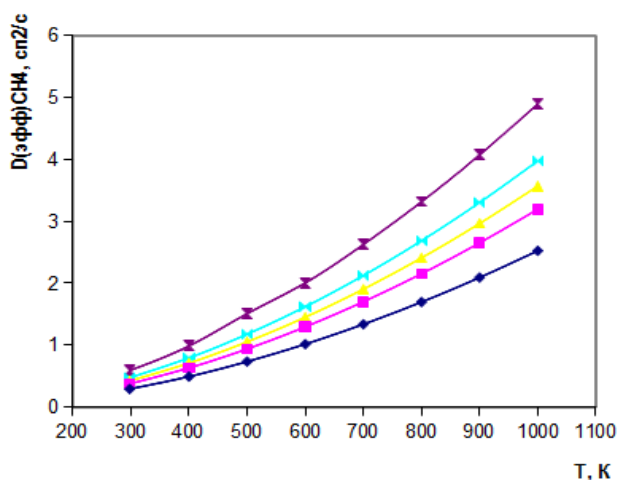
мұндағы D_{ii}^* , $D_{ij}^* = f(D_{ij}, y_i, y_j)$ – көпкомпонентті диффузияның матрицалық коэффициенті; dc_j / dc_i – қатынасы, концентрациясы өзгерген j және i – компонентінің арасындағы байланысты көрсетеді; D_{ij} – i және j газ буының өзара диффузия коэффициенті.

(1) теңдеуінің үшкомпонентті қоспа жағдайында эффективті диффузия коэффициентінің интегралдық түрі:

$$\bar{D}_i^{\text{эф}} = \frac{\left[(1 - \bar{y}_i) D_{ij} D_{ik} + \bar{y}_i D_{jk} D_{ik} + \bar{y}_i (D_{ik} D_{jk} - D_{ij} D_{jk}) \frac{(c_j^L - c_j^0)}{(c_i^L - c_i^0)} \right]}{\bar{y}_i D_{jk} + \bar{y}_j D_{ik} + \bar{y}_k D_{ij}} \quad (2)$$

Эффективті диффузия коэффициентінің температурадан тәуелділігі сандық эксперимент арқылы келесі газ $H_2+N_2-CH_4$ жүйесі үшін анықталды: мұнда қысымы тұрақты $0,101$ МПа–ға тең, бинарлы газ қоспасының температурасы $298,0-1000,0$ К интервалы аралығында өзгеріп отырды.

Бірінші және үшінші жүйе үшін бинарлық қоспадағы сутегі концентрациясында $0,8$ моль мөлшерден астам метанның жүйеге ауысуы және азотың жүйеге ауысуы барысында колбада диффузиялық аппарат жойылады, бұл құбылыс тұрақсыз диффузияда «диффузиялық тосқауыл» деп аталады. Эффективті диффузия коэффициентінің есептелген мәні жүйеге келтірілген қоспа мәндеріне сәйкес келеді, яғни барлық компоненттері орташаланған. Мысалы, сутегі мен метанның тең мөлшерлі қоспасы азот диффузиясымен жүзеге асады. Сутегіге қарағанда азот пен метан бірдей диффузиялық құрамға ие. Практикалық жұмыстарда олардың қоспасын «бір газ» деп қарастыруға болады, барлық газ үшін диффузияның эффективті коэффициентінің температурадан тәуелділігі $T_0 = 298,0$ К және $P = 0,101$ МПа $D_{T_0}^{эф} = 0,80$ см²/с тең, ал сутегі үшін температураның дәрежелік көрсеткіші – $n = 1,721 \pm 0,008$; азот үшін – $n=1,714\pm 0,005$; метан үшін – $n = 1,729\pm 0,005$, орташа мәні $n=1,721\pm 0,005$.



Сурет 1. $H_2+N_2-CH_4$ ($0,2-0,8$ мольдік үлесінде) газ жүйесінің метан газы үшін эффективті диффузия коэффициентінің температурадан тәуелділігі

Үшкомпоненттік жүйеде температурасы $298 - 1000$ К аралығында құрамында әртүрлі концентрациялы $H_2+N_2-CH_4$ газ жүйесінің эффективтік диффузия коэффициенттерінің температуралық тәуелділігі есептелді. Алынған нәтижелер практикалық жұмыстарда анықтамалық материал ретінде, сонымен қатар табиғи газдан аммиакты синтездеу кезінде анықтамалық мәлімет ретінде қолданылуы мүмкін.

Әдебиеттер

1. М.С. Молдабекова, Асембаева М.К., К.Т.Арипбаев, А.М.Айдарханова. Газ қоспасындағы массатасымалдауды эффективтік диффузия коэффициенті арқылы сипаттау. Вестник КазНПУ, №1(131) Алматы, 2018. с. 323-327.
2. Молдабекова М.С., Асембаева М.К., Федоренко О.В.

Экспериментальное исследование влияния давления на разделение газовой смеси с двуокисью углерода // ИФЖ. - 2019. - Т. 92, № 4.

3. Kossov V.N., Krasikov S.A. Асембаева М.К., Fedorenko O.V. Effect of the Channel Inclination Angle on Convective Mixing Caused by Instability of Mechanical Equilibrium of Ternary Gas Mixture at Isothermal Diffusion. [Technical Physics Letters](#). Vol.45, Issue 11, 1 November 2019, P. 1071-1074.

4. Kossov V.N., Fedorenko O.V., Асембаева М.К., Mukamedenkyzy V. Changing Diffusion–Convection Modes in Ternary Mixtures with a Diluent Gas. [Theoretical Foundations of Chemical Engineering](#). Volume 54, Issue 2, 1 March 2020, P. 289-296.

5. Kossov, V., Fedorenko, O., Асембаева, М., Mukamedenkyzy, V., Moldabekova, M. Intensification of the Separation of Isothermal Ternary Gas Mixtures Containing Carbon Dioxide. *Chemical Engineering and Technology*, 2021, 44(11), стр. 2034–2040.

УДК 531+539.376

МРНТИ 30.15.27

КОЛЕБАНИЕ ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СТЕРЖНЕЙ С ДЕМПФЕРАМИ МЕЖДУ НИМИ НА ВИБРООПОРАХ КАЧЕНИЯ

Г.А. Байымбетова¹. К.Ж. Султанова². Айбеш А³.

*¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы.,
Казахстан*

*²Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы.,
Казахстан*

*³Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы.,
Казахстан*

В реальные конструкции и машины изготавливаются из узлов, обладающих конечными значениями жесткости и массы, а также несовершенными характеристиками передачи энергиями. В результате приложения внешних или внутренних нагрузок при работе конструкции или машины одновременно будут возникать конечные деформации, что при определенных условиях приведет к колебаниям с очень большими амплитудами или к потере устойчивости процессов статического или динамического деформирования. Для современной инженерной практики очень важно уметь предсказывать возникновение подобных перемещений, неустойчивости или колебаний с большими амплитудами, а также использовать ту или иную оптимизацию в процессе конструирования и изготовления, с тем чтобы иметь возможность

контролировать уровень статических и динамических напряжений, величину амплитуд при динамическом поведении [1].

К настоящему времени известны различные методы и средства борьбы с недопустимыми колебаниями конструкций, в частности балансировка и уравнивание машин, являющихся источниками динамических нагрузок, изменение жесткостных и инерционных параметров конструкций в целях отстройки от резонансов, повышение демпфирующих свойств путем использования материалов и конструкций с высокой поглощающей способностью, например специальных покрытий, применение виброизоляции и разнообразных гасителей колебаний [2].

Одним из методов улучшения демпфирующих свойств конструкции является установка одного или нескольких настроенных демпфирующих устройств. Поскольку настроенные демпфирующие устройства поглощают энергию, они действуют в конечном диапазоне частот и может эффективно влиять на динамические перемещение конструкции для нескольких форм колебаний [3].

Применение устройств, которые будем называть сейсмоизолирующими фундаментами, предполагает противодействие строительных сооружений сейсмическим силам не за счет улучшения прочностных качеств конструкций, а, как это осуществляется в самых различных виброзащитных системах, путем снижения сейсмической нагрузки на защищаемые объекты. Это является новым для сейсмостойкого строительства [4,5].

Цель настоящей работы является исследование колебательного движение двух параллельных упругих стержней с демпферами между ними на виброопорах качения со спрямленными поверхностями.

Получены аналитические зависимости между кинематическими величинами и их колебательными характеристиками, их зависимости от геометрических и динамических параметров, динамических и энергетических характеристик двух параллельных упругих стержней с демпферами между ними на виброопорах качения со спрямленными поверхностями

Определение собственных частоты двух параллельных упругих стержней с демпферами между ними.

Составлены и решены уравнения движения двух параллельных упругих стержней с демпферами между ними на кинематических опорах, ограниченных поверхностями вращения высокого порядка.

Разработана аналитическая методика расчета амплитуды и фазы вынужденных колебаний двух параллельных упругих стержней с демпферами между ними на кинематических опорах при гармоническом возбуждениях.

Әдебиетгер:

1.Нашиф А., Джоунс Д., Хендерсон Дж., Демпфирование колебаний, М.: Мир, 1988.-448с.

- 2.Писаренко Г.С., Василенко Н.А., Яковлев А.П., Методы определения характеристик демпфирования колебаний упругих систем.-Киев: Наукова думка, 1976.-86с.
- 3.Писаренко Г.С., Богинич О.Е., Колебания кинематически возбуждаемых механических систем с учетом диссипации энергии.- Киев: Наукова думка, 1981.-218с.
- 4.Бисембаев К., «Динамика виброзащитных устройств на опорах качения с деформируемыми узлами», Монография. Издательский дом «Қазақ университеті» Казахского национального университета имени аль-Фараби, - Алматы.-2017. - С.138
- 5.Bissebayev, K., Omyrzhanova, Z., Sultanova, K., Oscillations specific for the homogeneous rod like elastic structure on the kinematic absorber basis with rolling bearers having straightened surfaces// Mechanisms and Machine Science,2019, p. 187 – 195

УДК 372.853

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ
ФОРМИРОВАНИИ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ И НАВЫКОВ
СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ**

Б.Р.Сакибаева

*Жетысуский университет имени Ильяса Жансугурова, г.Талдыкорган,
Казахстан*

В последние годы кардинальные изменения, произошедшие в организации и проведении научных физических исследований. оказали существенное влияние на темпы развития науки и технологий в целом. Использование компьютерных технологий обусловило обновление направления научного поиска, отбора средств, методов проведения и анализа результатов исследования, методологической базы современной науки. Произошедшие изменения в научно-исследовательской деятельности отразились на требованиях, которые предъявляются к организации и методике развития учебно-исследовательской деятельности студентов, с использованием компьютерных технологий.

Одним из основных направлений учебного процесса становится развитие у студентов умений осуществлять исследовательскую деятельность, применять в практической деятельности полученные знания и реализовывать результаты своих исследований. В этом плане именно физические дисциплины занимают одно из ведущих мест по возможностям организации и проведения исследовательской деятельности обучающихся, являются одним из важнейших средств в процессе формирования исследовательских умений и навыков студентов. «Компьютерное моделирование физических процессов - одно из популярных направлений среди разработок средств компьютерной поддержки

естественнонаучного образования. Широкие возможности в плане управления моделью и установления на основе наблюдения причинно-следственных связей, ясной и притом динамической визуализации скрытых от глаз процессов и, как следствие, высокого уровня наглядности» [1].

Развитие у студентов исследовательских умений и навыков в процессе обучения физике должно осуществляться с обязательным применением компьютерных технологий, в частности компьютерного моделирования, где одним из основных критериев дидактической значимости является возможность проведения исследований, наблюдений и экспериментов, которые неосуществимы в условиях физической лаборатории или кабинета. Применение компьютерных моделей позволяет провести качественный и количественный анализ объектов, явлений и процессов, так как в содержании физического образования есть разделы, в которых натурный эксперимент дает лишь качественное описание изучаемого процесса, явления или объекта. «Компьютерное моделирование по сравнению с натурным экспериментом дает возможность: получать наглядные динамические иллюстрации физических экспериментов и явлений, воспроизводить их тонкие детали, которые часто ускользают при наблюдении реальных явлений и экспериментов; визуализировать не реальное явление природы, а его упрощенную модель, которая не достижима в натурном физическом эксперименте. Таким образом, «компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения физических систем» [2]. Современные компьютерные технологии позволяют развить у студентов творческие и интеллектуальные способности, умение самостоятельно приобретать знания, умения, навыки работы с различными источниками информации, обогащает практический опыт, т.е. обладают полным набором свойств, которые характерны для эффективной организации исследовательской работы и формирования исследовательских умений и навыков студентов. Тулькибаева Н.Н. и Зайнуллина Э.А. в своей работе указывают, что «компьютер становится одним из основных современных и совершенных технических средств на занятиях физического практикума для исследовательской деятельности учащихся» [3].

Применение в учебном физическом эксперименте компьютерных средств позволяет на более высоком уровне реализовать исследовательскую деятельность студентов, дает возможность расширить представления о современных методах научного исследования. Физическое компьютерное моделирование выступает как инструмент формирования у студентов качественного понимания физического явления или процесса.

Литература

1. Баяндин Д. В. Учебные исследования на основе модельных конструкторов // Вестник Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Серия: Информационные компьютерные технологии в образовании. 2016. №12. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/uchebnye-issledovaniya-na-osnove-modelnyh-konstruktorov> (дата обращения: 02.11.2022).

2. Темнов Д.Э. Использование компьютерных моделей на уроках физики. с.12. <https://www.eduspb.com/public/files/temn.pdf>

3. Тулькибаева Н.Н., Зайнуллина Э.А. Применение компьютерных средств в исследовательской деятельности учащихся на занятиях физического практикума // Вестник ЮУрГПУ. 2009. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-kompyuternyh-sredstv-v-issledovatel'skoy-deyatelnosti-uchaschihsya-na-zanyatiyah-fizicheskogo-praktikuma> (дата обращения: 03.11.2022).

**ҒЫЛЫМИ КОНФЕРЕНЦИЯҒА ҰСЫНЫЛҒАН ТЕЗИСТЕРДІ
РЕСІМДЕУГЕ ҚОЙЫЛАТЫН ТАЛАПТАР**

Тезис мәтіні ризографта басып шығарудың түпнұсқасы болып табылады, сондықтан рәсімдеу ережелерін қатаң сақтау керек.

1. Мәтін (көлемі 2 беттен аспайтын) мұқият өңделуі керек. Тезистің соңғы бетін кем дегенде төрттен үшке толтырған жөн.

2. А4 парақтың шеттеріне қойылатын талаптар: сол жақ – 30 мм, оң жақ – 10 мм, жоғарғы – 20 мм, төменгі жиегі – 20 мм. Бет нөмірі төменге ортасына қойылады.

3. Мақалалар Microsoft Word стандартында Times New Roman шрифтімен ресімделуі керек. Мәтін **бірлік** жоларалық интервалмен жазылады, Қаріп өлшемі – **12 пт**. Абзац шегінісі – **10 мм**.

4. Тезистің жоғарғы сол жақ бұрышында УДК индексі жазылады.

5. Парақтың ортасында: баяндаманың атауы (қалың қаріпті бас әріптермен), авторлардың аты-жөні (қалың қаріпті кіші әріптермен), төменде – ұйымның атауы, қаласы, елі (курсивті кіші әріптермен) орналасады. Авторлардың қалауы бойынша электрондық пошталарын жазуына болады. Әрі қарай, 1 интервалдан кейін тезистердің мәтіні жазылады (үлгіні қараңыз).

6. Библиографияға сілтемелерді мәтінде ретімен келтіру керек (мысалы, [1, 2], [5-17] және т. б.). Әдебиеттер тізімін рәсімдеу ережелерін үлгіден қараңыз.

7. Формулалар Word құрамына кіретін Microsoft Equation-да теріліп, беттің ортасында орналасуы керек, формула нөмірі жақшаға алынып, оң жақ жиекке тураланады. Формулалар мен мәтін арасындағы міндетті қашықтық – 1 интервал. Келесі мәтінде сілтемелері бар ең маңызды формулаларды нөмірлену керек.

8. *Физикалық шамалардың* белгілері *курсивпен* беріледі, \lim , \lg , \max , \exp , \cos , \tg сияқты математикалық таңбалар, Nu , Re және басқа да критерийлер, сандар, 0 саны – тіке қаріппен беріледі. Грек әріптері де – тіке қаріппен.

9. Кестелер мәтіндегі сілтемеден кейін орналастырылады (рәсімдеу үлгісін қараңыз).

10. Графикалық материалдар (суреттер мен фотосуреттер) графикалық редакторда (Word, CorelDraw, Photoshop және т.б.) жасалуы керек және олар сілтеме жасалғаннан кейін мәтінде орналасуы керек. Сурет астындағы жазбалар (**қаріп 10 пт**) мәтінде қайталанбауы керек, суреттің нөмірі мен атауы редакциялауға қол жетімді болуы керек. Сурет астындағы жазбаларды суреттің астында немесе жанында орналастыруға болады (үлгіні қараңыз). Суреттерде және сызба астындағы қолтаңбаларда әріптік белгілер курсивпен (мысалы, *a*, *b*, *v*), ал сандар тіке қаріппен жазылады.

11. Мәтіннің соңында белгілеулер беріледі (қажет болған жағдайда) (үлгіні қараңыз).

12. Тезис материалдары қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде қабылданады.

Тезистерді ресімдеу бойынша анықтамалар алу үшін жауапты хатшы – **Сұлтанова Құндыз Жолдасбайқызына** хабарласуға болады. Тел: **8-747-724-02-24**. Электронды поштасы: sultanovaa.86@mail.ru

**РАДИОЭЛЕКТРОНДЫҚ АППАРАТУРАДАҒЫ ЖЫЛУ МАССА АЛМАСУ
ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫНЫҢ ОНЫҢ БІРҚАТАР ЭЛЕМЕНТТЕРІНІҢ СЕНІМДІЛІГІНЕ
ӘСЕР ЕТУ МЕХАНИЗМДЕРІНІҢ БІРІН САНДЫҚ МОДЕЛЬДЕУ**

Г. В. Кузнецов¹, Г. Я. Мамонтов², А. В. Титов²

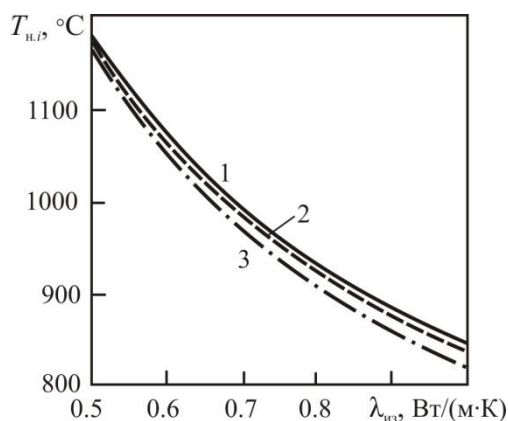
¹Томск мемлекеттік политехникалық университеті, Томск қ., Ресей

²Томск мемлекеттік сәулет-құрылыс университеті, Томск қ., Ресей

Радиоэлектрондық аппаратураның (РЭА) сенімділігі қазіргі заманғы идеяларға сәйкес [1] ең алдымен оның T жұмыс температурасымен анықталады.

Жеке түйіндердің, блоктардың немесе РЭА элементтерінің істен шығу қарқындылығын (λ) модельдеу кезінде, әдетте λ -ның температураға аррениусовтық тәуелділігі қолданылады [2]:

$$\lambda(T) = C \exp\left(-\frac{E}{kT}\right). \quad (1)$$



Сурет. 4. $T_{н.і}$ жылытқыштар температурасының $\lambda_{из}$ жылу өткізгіштік коэффициентіне тәуелділігі ($P_H = 235$ Вт, $P_B = 500$ Вт): 1 – төменгі жылытқыштың температурасы; 2 – төменгі бүйірлік жылытқыштың температурасы; 3-жоғарғы

Жанғыш қоспалардың қалыпты жану жылдамдығы

Қоспаның химиялық құрамы	P , МПа	T , К	u_n , м/с
$0.8C_3H_8 + 0.51H_2 + 5.26O_2 + 19.76N_2$	0.108	301	0.35
	0.204	296	0.32
	0.505	295	0.25
$0.8(CO + 1.33H_2 + 1.88N_2) + 1.17O_2 + 4.39N_2$	0.102	297	0.65
	0.202	295	0.82
	0.601	311	0.62

Белгілеулер:

D – диффузия коэффициенті, м²/с; f – кеуектік; k – өтімділік, м²; P – қысым, Па; λ -жылу өткізгіштік коэффициенті, Вт / (м·К); τ – уақыт, с.

Әдебиеттер:

1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974. – 712 с.
2. Никитенко Н.И. Проблемы радиационной теории тепло и массопереноса в твердых и жидких средах // ИФЖ. 2000. Т. 73, № 4. С. 851–860.
3. Terekhov V.I., Yarygina N.I. and Zhdanov R.F. Heat transfer in turbulent separated flow in the presense of high free-stream turbulence // Int. J. Heat Mass Transfer. 2003. Vol. 46, No. 23. P. 4535–4551.
4. Баранов П.А., Жукова Ю.В., Исаев С.А. и др. Интенсификация теплообмена в неоднородных средах при обтекании эллиптических цилиндров // ММФ–2008: VI Минский международный форум по тепло- и массообмену (19–23 мая 2008 г): Тез. докл. и сообщ. / Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси.. Минск, 2008. Т. 1. С. 66–67.
5. Жданок С.А., Лапцевич П.С. Опыт разработки горелочных устройств фильтрационного сжигания топлива // Тепло- и массоперенос – 2008: Сб. науч. тр. / Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси. Минск, 2009. С. 13–20.

