ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

СУЮҚ АРОМАТИК УГЛЕВОДОРОДЛАРДА МОЛЕКУЛАЛАРНИНГ РЕЛАКСАЦИОН ҲАРАКАТ СПЕКТРЛАРИНИНГ ХОСИЛ БЎЛИШ МЕХАНИЗМЛАРИ

Дилафруз Бойқуловна Худойбердиева
Чирчиқ давлат педагогика институти
d.xudoyberdiyeva@bk.ru

Шавкат Отажонов
Ўзбекистон Миллий университети
sh_otajonov@mail.ru

Баходир Худайберганович Эшчанов
Чирчиқ давлат педагогика институти
bakhodir.eshchanov@gmail.com

Сарварбек Гулиммат ўғли Қурбанбаев
Ўзбекистон Миллий университети
qurbanbayevsg@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Ёруғликнинг молекуляр сочилиш спектрининг анизотроп ташкил этувчиси интенсивлигини ва контур шаклини температурага боғлиқлиги тадқиқ қилинди. Интеграл интенсивликнинг муҳит температураси бўйича боғланиш қонуниятида аномал ўзгариш қайд қилинди. Кузатилган қонуниятлар молекулаларнинг ўзаро таъсирлашув хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда молекулаларнинг тормозланиб ҳаракатланиш механизми билан тушунтирилди.

Калит сўзлар: ёруғлик, сочилиш, спектр, ўзаро таъсирлашув, ноқутбланган компонента, молекула, бензол, релаксация.

MECHANISMS OF FORMATION OF RELATIONSHIP MOVEMENT SPECTRA OF MOLECULES IN LIQUID AROMATIC HYDROCARBONS

ABSTRACT

The temperature dependence of the intensity of the anisotropic component of the molecular scattering of light and the shape of the contour of the anisotropic part

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

of the scattering are measured. The anomalous behavior of the integrated intensity of the anisotropic component of molecular scattering of light from temperature is established. It is shown that the patterns observed in scattering can be interpreted based on the mechanism of inhibited rotation of molecules, taking into account the specifics of intermolecular interaction in molecule.

Keywords: Light words: Light, spectrum, mutual anticipation, a component, molecule, benzene, rehabilitation.

КИРИШ

Конденсирланган муҳитлардаги молекулалараро таъсирлашув кучини ва уларнинг табиатини тадқиқ қилиш хозир куннинг долзарб масалаларидан бири эканлигини кўрсатмоқда. Табиати турлича бўлган кўпатомли мураккаб молекулалардан ташкил топган муҳитлардаги ўзаро таъсирлашув динамикасининг умумий қонуниятларини конденсирланган муҳитлар замонавий спектроскопияси ёрдамида ўрганиш асосий тадқиқот йўналишларидан бири эканлигини таъкидлаш лозим. Молекулалараро таъсирлашув конденсирланган муҳитлардаги турли фотофизикавий жараёнларни боришига жиддий таъсир кўрсатади.

Ёруғликнинг молекуляр сочилиш спектроскопияси, айниқса, унинг ноқутбланган (анизотроп) компоненталари бошқа оптик усулларга нисбатан юқори афзалликларга эга бўлиб, модданинг суюқ ҳолати бўйича мукаммал назариянинг яратилиши суюқлик структураси тўғрисида ва унга молекулаларнинг иссиқлик ҳаракати таъсири тўғрисида ишонарли маълумотлар олиш имконини яратади. Суюқликлардаги молекулаларнинг иссиқлик ҳаракати уларнинг асосий физикавий хоссаларини ва макроскопик характеристикасини белгилаб берадиган бир қатор назарий моделлар мавжуд, бироқ бу моделлар мукаммалликдан йироқ бўлиб, улар кўпатомли бирикмаларга қўлланилганда кўпгина характеристикаларни ҳисоблаш имконини бермайди.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯ

Конденсирланган муҳитлар, шу жумладан, суюқликлар ва эритмаларни тадқиқ қилишда дунё миқёсида бир қатор долзарб муаммолар ҳал қилинган ва қуйидаги муҳим илмий натижалар олинган[1-20]:

эритмадаги концентрациянинг флуктуацияси билан суюқлик зичлиги ўртасидаги вақтга боғлиқлик назарияси ишлаб чиқилган;

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

суюқликларда ёруғликнинг сочилишини молекулаларнинг айланма-броун ҳаракати каби талқин қилган;

молекулаларнинг макроскопик назарияси асосида ҳисоблаб топилиши мумкин бўлган бир нечта мословчи параметрли содда гидродинамик модель яратилган;

гидродинамик модель орқали ёруғлик молекуляр сочилишини молекулаларнинг қайта ориентацияси сабабли ҳосил бўлиши аниқланган;

чизиқли молекулалар учун ёруғлик сочилишининг микроскопик назарияси ишлаб чиқилган;

суюқликлардаги яқин тартибли кучли молекулалараро таъсирлашувлар ориентация корреляциясининг радиусини ва энг яқин қўшни молекулалар ўртасидаги ҳолатнинг ўзгаришига олиб келиши аниқланган.

Суюқликларда ёруғликнинг сочилиш назарияси М.Леонтович, Л.И.Мандельштам, К.А. Валиев томонидан ишлаб чиқилган. С.М. Рытов, T. Keys, D. Kivelson томонидан ишлаб чиқилган молекуляр сочилишнинг релаксацион назариясига асосан бир ва икки қисмли корреляцияларнинг релаксация вақти фарқ қилади, лекин бирламчи ўзгарувчиларнинг релаксацион флуктуацияси ягона релаксация вақти билан характерланади ва ўз навбатида, сочилиш чизиғининг контури содда дисперсион кўринишда бўлади. Авторларнинг бундай хулосалари сочилишдан ва бошқа ҳодисалардан (ядро магнит резонанс каби) топиладиган анизотропия релаксацияси вақтлари ўртасидаги фарқни тушунтириш имконини беради.

МУҲОКАМА ВА НАТИЖАЛАР

Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети Фотоника кафедраси профессор-ўқитувчилари томонидан молекуляр спектрларни молекулалараро таъсирлашувга боғлиқлигини ўрганиш бўйича кенг қамровли систематик тадқиқотлар олиб борилмоқда [21-34]. Бу тадқиқотлар бир томондан, суюқликларнинг спектроскопик хоссалари билан уларни ҳосил қилган молекулалар ўртасидаги умумий нисбатни ўрганиш, бошқа томондан – турли табиатли молекулалараро таъсирлашувнинг молекуляр спектрга миқдорий таъсирини ўрганиш билан боғлиқ. Бу тадқиқотлар натижасида тушунтирилиши керак бўлган бир қатор янги физикавий ҳодисалар топилди. Хусусан, юқори ҳароратларда суюқликларда ёруғликнинг молекуляр сочилишининг ноқутбланган компонентаси спектрининг торайиш эффекти, ёруғликнинг сочилиш интенсивлигига тушаётган ёруғлик ёруғликининг тўлқин

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

узунлигига боғлиқлик қонунининг бузилиши, критик температурага яқин соҳаларда суюқлик молекулаларининг когерентлашиш ҳолатининг мавжудлиги кузатилди. Ёруғликнинг молекуляр сочилиш контурлари параметрларининг ҳароратга боғлиқлиги бўйича тажриба натижаларининг мутаносиблиги асосида суюқлик молекулаларининг иссиқлик ҳаракати модели таклиф этилган. Ушбу мақола шу кафедрада олиб борилаётган тадқиқотларнинг натижалари асосида тйёрланган бўлиб, суюқ ароматик углеводородларда молекулаларнинг релаксацион ҳаракат спектрларининг хосил бўлиш механизмлари ўрганишга бағшланган.

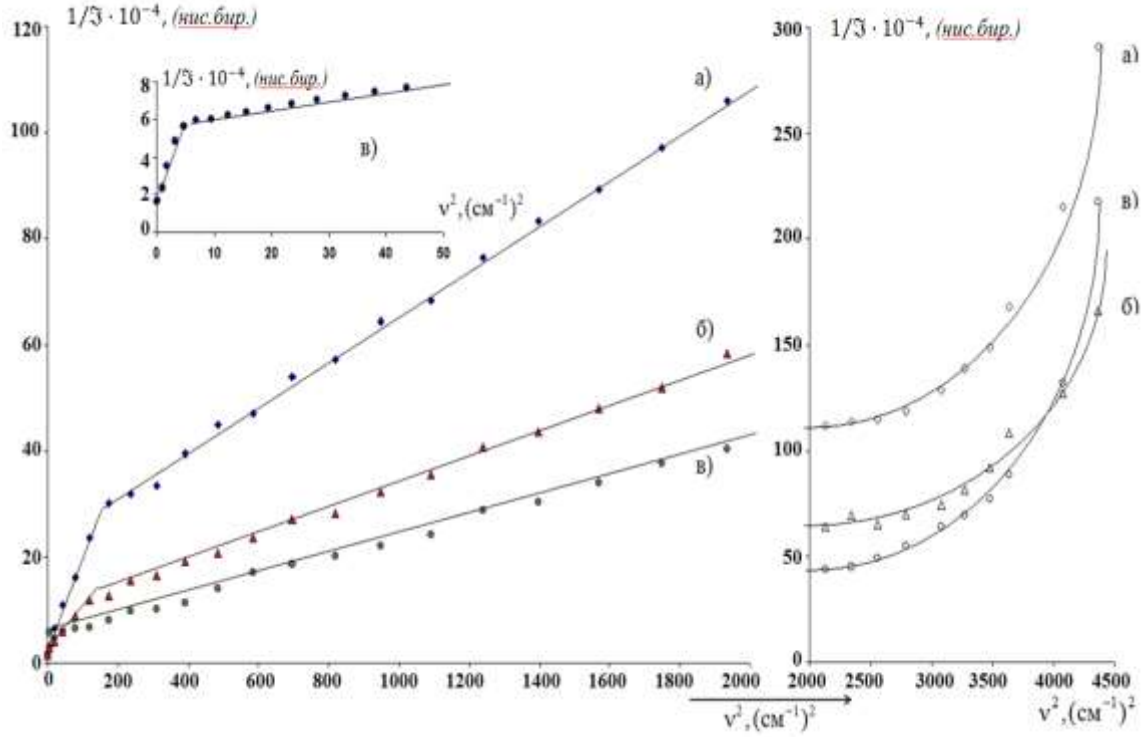
Суюқликларда ёруғликнинг молекуляр ва комбинацион сочилишини частоталарининг кенг интервалида ва юқори температураларда ўрганиш бўйича спектрларни қайд этиш учун ДФС-4, ДФС-12 спектрометрларидан фойдаланилган [33].

Тадқиқот объектларини танлашда, бир томондан, уларнинг тузилиши ўхшашлигига (асоси – бензол халқаси), бошқа томондан – молекулалар шакли ва алмашиниш характерини фарқлари асосий меъзон сифатида олинган. Ўрганилган суюқликларнинг оптик тоза намуналарини тайёрлашда адабиётларда келтирилган методикалардан фойдаланилган [35-40].

Ароматик углеводородларда ёруғликнинг нокутбланган сочилиши спектрини асосида бензол ва унинг ҳосилалари хамда тўрт хлоридли углерод молекулалари ориентацион ҳаракатининг характери таҳлил қилинди. Бензолнинг турли температуралардаги ёруғлик молекуляр сочилишининг нокутбланган компонентаси контури спектрал зичлиги, яъни $1/\Im$ (бунда $\Im$ - интенсивлик)ни частотанинг квадратига боғлиқлик графиги 1 – расмда келтирилган.

Графикдан кўринадики, хона температурасида ёруғлик молекуляр сочилишининг нокутбланган компонентаси $1/\Im \sim \nu^2$ координата ўқларида частотанинг 0~60 $см^{-1}$ интервалида иккита тўғри чизиқдан (“а”) иборат. Бу бензолда ёруғлик молекуляр сочилишининг нокутбланган компонентаси контури 0~60 $см^{-1}$ частоталар интервалида иккита лоренц контурларининг суперпозициядан ташкил топишини билдиради. Суюқлик температураси кўтарилган сайин контур мураккаблиги сақланиб қолади, лекин эгилиш нуқтаси қуйи частотали ("б" эгри чизиқ) соҳага томон силжийди ва температуранинг 553 $К$ қийматида ингичка контур оғирлиги жуда кичик бўлиб қолади. Критик нуқтада ёруғлик молекуляр сочилишининг нокутбланган компонентаси контурнинг мураккаблиги йўқолади.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904



1-расм. Ёруғлик молекуляр сочилишининг ноқутбланган компонентаси контури спектрал зичлигининг частота квадратига температуравий боғлиқлик графиги: а) 293 *К*; б) 423 *К*; в) 553 *К*.

Тажриба контурининг иккита лоренц чизиқлари орқали ифодалаш натижасида 0-60 см$^{-1}$ частоталар интервалида аниқланган анилин ва толуол учун контурларнинг параметрлари 1 – жадвалда келтирилган, бунда , σ_1, σ_2 – контурларнинг мос равишда “ингичка” ва “кенг” яримкенгликлари. α_2 - (α_1=α_2-1), контурнинг “кенг” ташкил этувчи қисм салмоғи, I- контурнинг интеграл интенсивлиги.

1 – жадвал

T, *К*	σ_1 ($см^{-1}$)	σ_2 ($см^{-1}$)	α_2	I(*нис.бир.*)
$C_6H_5NH_2$				
293	0.80	13.0	0.33	34900
373	2.50	13.0	0.40	73500
423	3.40	12.50	0.45	148500
473	3.10	11.80	0.56	157000
523	3.90	12.00	0.62	129400
573	2.50	11.00	0.68	131000
623	1.40	10.00	0.69	121000
$C_6H_5(CH_3)$				
293	1.20	10.00	0.33	8000

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

373	2.00	11.00	0.37	8500
423	2.60	12.50	0.40	8800
473	4.60	12.40	0.46	9000
523	4.60	12.40	0.49	9300
573	3.60	11.00	0.52	8900
623	1.20	10.50	0.56	7800
	±0.1	±1.5	±0.02	5-7%

Барча ўрганилган моддалар учун хона ҳароратида 0~50-60 $см^{-1}$ частота интервалида кузатиладиган контур иккита – “ингичка” ва “кенг” дисперсион контурларнинг суперпозициясини намоён қилади. Бу натижалар динамикасини суюқлик молекулаларининг тормозланиб айланиш модели нуқтаи назаридан тушунтириш мумкин.

Молекулаларнинг тормозланиб айланиш модели асосида молекула инерция моментининг учта бош ўқларига нисбатан айланма ҳаракатлари ўзаро боғлиқ эмаслиги тўғрисидаги тахмин ётади. Молекула шаклининг турлилиги ва ички майдоннинг анизотропияси туфайли тормозланиш мавжудлиги сабабли инерциянинг алоҳида турли ўқлари бўйича айланма ҳаракат турлича бўлади. Кучли тормозланиш вақтидаги айланма ҳаракатни бир квазибарқарор ҳолатдан бошқасига сакраб бурилиши сифатида қараш мумкин.

Агар суюқликда яқин тартиблилик мавжуд бўлса, ҳар бир бош ўқ бўйича бурилиш учун ўртача анизотропия майдони тўғри келади. Бу айланма ҳаракатнинг ҳар бир ўқига мос, қийматлари бир-биридан катта фарқ қиладиган релаксация вақтлари мавжудлигига олиб келади. Молекуланинг учта ўқ бўйлаб мустақил айланиши анизотроп сочилиш спектрида "$1/\tau$" катталик билан аниқланадиган яримкенгликка $\Delta\nu$ эга учта дисперсион чизиқларнинг пайдо бўлишига олиб келади, бунда τ- анизотропиянинг тегишли ўққа нисбатан релаксацияси вақти. Муҳитнинг газ ҳолатидаги анизотроп сочилиш интенсивлиги қутбланувчанликнинг анизотропияси билан аниқланади. Хусусан, ҳар бир контурнинг нисбий улуши ёки умумий ҳолда "α_i" – салмоғи сочилиш контури билан боғлиқ айланиш ўқига перпендикуляр текисликдаги молекуланинг анизотропиясига пропорционал бўлиши лозим. Агар қутбланувчанлик ва инерция ўқлари ўзаро мос келса, у ҳолда

$$\alpha_i = \frac{(a_j - a_k)^2}{(a_i - a_j)^2 + (a_j - a_k)^2 + (a_k - a_i)^2} \quad (1)$$

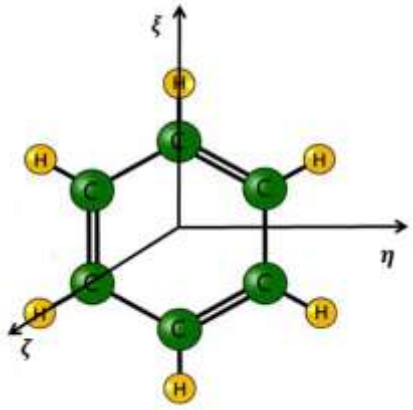
(a_i- молекуланинг қутбланувчанлик тензорининг бош қийматлари).

Ўқлар танлови 2 – расмда кўрсатилган.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

Молекулаларнинг тормозланиб айланиш моделидан аниқ натижалар келиб чиқади:

1. Анизотроп сочилиш контурининг чизиғи асимметрик молекулалар учун учта дисперсион контурларнинг йиғиндисидан, қутбланувчанлиги бўйича симметрик молекулалар учун – иккита дисперсион контурларнинг йиғиндисидан ташкил топади.



2-расм.

2. Ташкил этувчи контурларнинг "α_i" салмоғини баҳолаш имконияти пайдо бўлади, чунки тадқиқотда ўрганилган барча молекулаларнинг эркин ҳолати (газ ҳолати) учун қутбланувчанлик қийматлари маълум.

Флуктуацион анизотропиянинг пайдо бўлишини қатъий ўрнатилган тартибда кўриб чиқадиган бўлсак, молекуланинг вибрацион ҳаракатидан келадиган улушни инобатга олиш зарур бўлади. Хусусан, вибрацион ҳаракат билан боғлиқ бўлган флуктуациялар кенг контурда ўзининг салмоғини намоён этиши керак.

Анизотроп молекулалар учун вибрацион механизмнинг салмоғини газ ҳолатидаги қийматлар $\alpha^1_{газ}$, $\alpha^2_{газ}$ ва "t" температурада тажриба орқали топилган α_1 ва α_2 ёрдамида тақрибан ҳисоблаш мумкин. Вибрацион механизм фақат кенг контурга таъсир этишини инобатга олиб, айланма ва вибрацион ҳаракатнинг салмоқларини қуйидаги ифодалардан фойдаланиб топишимиз мумкин:

$$\alpha_{вибр} = \frac{\gamma}{1+\gamma};\ \alpha_{вращ} = \frac{1}{1+\gamma},\quad \text{бунда}\quad \gamma = \frac{1}{\alpha_2^{газ}}\left(\frac{\alpha_1^{газ}}{\alpha_1^{э}} - 1\right). \qquad (2)$$

2 – жадвалда бензол, бромбензол, м-ксилол ва анилинда бир қатор температураларда ҳисоблаб топилган қийматлар $\alpha_{теб}$ ва $\alpha_{айл}$ келтирилган.

Жадвалдан кўриниб турибдики, температура ортиб бориши билан вибрацион механизмнинг $\alpha_{виб}$ салмоғи бензол, анилин учун сезиларли даражада ортади.

Температуранинг ортиши ва критик температурага яқинлашиш билан, анизотроп молекулалардан ташкил топган суюқликлардаги ёруғлик молекуляр сочилишининг ноқутбланган компонентасининг контури 0-60 $см^{-1}$ спектрал интервалда вибрацион механизм билан боғланган битта дисперсион соҳада намоён бўлади, деб тахмин қилиш мумкин.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

Бу фикрни бензол суюқлигида T=553 *K* да (бензол учун критик ҳарорат T=562,5 *K*) ўтказилган ёруғлик молекуляр сочилишининг ноқутбланган компонентасининг температурага боғлиқ тажриба натижалари ҳам тасдиқлайди. Бу тажриба натижалари – критик ҳолат яқинида суюқлик молекулаларининг иссиқлик ҳаракати ўзгаришининг исботдир.

2- жадвал.

Бензол							
T, *K*	$\alpha^2_{газ}$	$\alpha^1_{газ}$	$\alpha^2_{экс}$	$\alpha^1_{экс}$	γ	$\alpha_{теб}$	$\alpha_{айл}$
423	0,5	0,5	0,56	0,44	0,27	0,21	0,79
473	0,5	0,5	0,63	0,37	0,70	0,41	0,59
523	0,5	0,5	0,71	0,29	1,45	0,59	0,41
533	0,5	0,5	0,71	0,29	1,45	0,59	0,41
543	0,5	0,5	0,72	0,28	1,57	0,61	0,39
553	0,5	0,5	0,73	0,27	1,70	0,63	0,37
Бромбензол							
523	0,33	0,62	0,41	0,59	0,15	0,13	0,87
574	0,33	0,62	0,5	0,5	0,73	0,42	0,58
625	0,33	0,62	0,58	0,42	1,44	0,59	0,41
м-ксилол							
573	0,38	0,59	0,47	0,53	0,30	0,23	0,77
593	0,38	0,59	0,51	0,49	0,54	0,35	0,65
603	0,38	0,59	0,53	0,47	0,67	0,40	0,60
613	0,38	0,59	0,55	0,45	0,82	0,45	0,55
Анилин							
423	0,41	0,58	0,43	0,57	0,04	0,04	0,96
473	0,41	0,58	0,45	0,55	0,13	0,12	0,88
523	0,41	0,58	0,49	0,51	0,33	0,25	0,75
573	0,41	0,58	0,54	0,46	0,64	0,39	0,61
623	0,41	0,58	0,6	0,4	1,10	0,52	0,48

Молекулаларнинг айланма эркинлик даражаси “музлайди” ва фақат вибрацион, аниқроғи молекулаларнинг кооператив ҳаракати билан боғлиқ вибрацион ҳаракатлар уларнинг ўрнини эгаллайди.

Тажрибадан олинган маълумотлар таҳлили шуни кўрсатадики, контурнинг марказдан узоқ қисмларида, яъни ν~60 $см^{-1}$ дан бошлаб бензол ва унинг ҳосилалари учун экспонентанинг сўнувчи *P=2* даражада қиймати энг яхши мос келади, яъни интенсивликни қанотлардаги сўниши гаусс функцияси бўйича содир бўлади. Суюқликларда ёруғликнинг сочилиш қанотининг марказдан узоқ соҳаларини пайдо бўлиш механизмларини тушунтиришда флуктуация назариясидан фойдаланамиз.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

Флуктуациянинг бир потенциал майдондан бошқасига ўтиши шу флуктуация мавжуд конфигурациянинг ўзгариши туфайли содир бўлади, яъни структурада яқин тартиблилик ўзгаради. Бу жараённи ўзига хос иккинчи турдаги фазовий ўтиш деб қараш мумкин. Иккинчи турдаги фазовий ўтишлар вақтида эркин энергия ўзгармайди, балки энтропия ўзгаради, яъни тақсимланиш функцияси ўзгаради.

Бошқача айтганда, флуктуациянинг бир ҳолатдан бошқасига ўтиши когерент ҳолатда, яъни фазоланган ҳолатда содир бўлади, кейинчалик алоҳида молекулалар фазалари текис тақсимланади, бу диффузия жараёни ҳисобига эришилади. Ҳақиқатан, суюқликдаги молекула жойлашган майдон, яъни вақт функцияси E(t). $\Delta E/E<<1$ бўлгани учун бу майдоннинг флуктуацияси, ориентация флуктуацияларига олиб келмайди, фақат молекулаларни аста тебратиши мумкин. Бу алоҳида молекулалар фазасини Θ ансамблдаги флуктуациясига олиб келади. Бундан тақсимланиш функцияси $f(\Theta,t)$ учун Фоккер-Планк тенгламаси келиб чиқади, у t вақтда Θ қийматнинг амалга ошиш эҳтимоллигини аниқлаб беради:

$$\frac{\partial \mathrm{f}}{\partial \mathrm{t}} = K\frac{\partial}{\partial \dot{\Theta}}[\dot{\Theta}] + D\frac{\partial^2 \mathrm{f}}{\partial \dot{\Theta}^2} \qquad (3)$$

Бунда K - сўниш тезлиги, D – тасодифий кучнинг қуввати ўлчови.

$\kappa t<<1$ ҳолат учун бу тенгламани Фурье ўзгартиришлари ёрдамида олинган ечими гаусс шаклини олади:

$$\Phi(\omega) = \exp[-\frac{\omega^2}{2D}] \qquad (4)$$

Бундай вазиятларда ~10^6 молекулалардан иборат когерент ансамбль ҳосил бўлиши тўғрисида гапириш мумкин.

Флуктуация – бу эҳтимоллиги катта бўлган ҳолатдан кичик бўлган ҳолатга ўтишдир, яъни флуктуация – бу мувозанатсиз ҳолат, мувозанатсиз ҳолат эса тартиблиликни келтириб чиқаради. Флуктуация когерент заррачалардан пайдо бўлади, кейинчалик диффузия жараёни ҳисобига фазалар қайта текис тақсимланади.

ХУЛОСА

Ароматик углеводородларда ёруғликнинг нокутбланган сочилиши спектрини ёрдамида олинган натижаларнинг таҳлили асосида қуйидаги хулосаларни қилиш мумкин:

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

молекулалараро таъсирлашув қонуниятларини аниқлашга ёрдам берадиган бир қатор углеводородлар ва уларнинг галоидалмашган ҳосилаларида ёруғликнинг молекулар сочилиш соҳасида комплекс экспериментал тадқиқотлардан олинган натижалар молекулалараро таъсирлашув қонуниятлари билан сочилиш спектрлари ўртасидаги боғлиқликни аниқлашга ёрдам берадиган локал майдон флуктуациясидан фойдаланиш имконини берди;

муҳитларда ёруғликнинг молекулар сочилиши ноқутбланган қисми интенсивлигининг частота бўйича берилган соҳасидаги (0-60см$^{-1}$) тақсимланиши иккита контурдан, яъни молекулаларнинг қайта орийентацияланиши ва вибрацион ҳаракати натижасида пайдо бўладиган спектр контурининг “тор” ҳамда “кенг” таркибий контурлардан иборат бўлиши аниқланди;

модданинг критик температураси яқинида ёруғликнинг ноқутбланган (анизотроп) сочилиш спектри торайишининг физикавий механизмлари мавжуд назарияларга мос емаслиги аниқланиб, спектрларнинг юқори частотали соҳаларининг таҳлили асосида, қисқа вақт ичида ($\tau<0.5$ пс) молекулаларнинг айланма ҳаракати эркин тебранишлар (вибрациялар) характерига эга эканлиги гаусс функсияси билан таърифланди.

REFERENCES

1. Валиев К.А., Эскин Л.Д. О вращательной диффузии молекул и рассеяния света в жидкостях. Сферические молекулы. // Оптика и спектроскопия. 1962. Т.12. № 16. С. 758-764.
2. Старунов В.С. Рассеяния света на флуктуациях в анизотропии в маловязких жидкостях // Оптика и спектроскопия. 1965. Т. 18. № 2. С. 300-310.
4. Kivelson D., Madden P.A. Light Scattering Studies of Molecular Liquids // Ann. Rev. Phys. Chem. 1980. V. 31. P.523-558.
5. Анисимов М.А. Критические явления в жидкостях и жидких кристаллах. - М: Наука, - 1987.
6. Kevilson D. Depolarized scattering from liquids: rotation, collisions and hydrodynamics // Statist. Phys. 1988. V. 52. №5-6. P. 1285-1305.
7. Wang C. H. A continuum mechanics theory of depolarized and polarized Rayleigh-Brillouin light scattering spectra of supercooled liquids // Mol. Phys. 1986. V. 58. N. 3. P.497-508.
8. Friedrich V., Tarjus G., Kevilson D. Study of the integrated intensity of tetrahedral molecules // J.Chem.Phys. 1990. V. 93. №4. P. 2246-2257.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

9. Nishra V.K., Singh K.M., Sudhanshu S.N.S. Study or intermolecular forces in some organic liquids // Proc. 33rd Solid State Phys. Symp., Bombey. Jan. 1-4.-1991. V. 33. P.102.
10. Dreyfus C., Aouadi A., Pick R. M., Berger T., Patkowski A., Steffen W. Light scattering by transverse waves in supercooled liquids and application to metatoluidine // Eur. Phys. J. B. 1999. V.9. P. 401-419.
11. Rubio J.E.F., Baonza V.G., Taravillo M., Nunez J., Caceres M. Dynamic light scattering in liquid and supercooled diphenylmethane // J. Chem. Phys., 2004. V. 120. N. 3. P. 1426-1435.
12. Ni Y. X., Chen J.K., Gao L. Anomalous optical forces on the anisotropic Rayleigh particles // Optics Express. 2014. V. 22. Iss. 22. P. 27355-27364.
13. Mourou G.,M.M. Malley M.M. Molecular orientational relaxation times in liquids // Optics Communications. 1975. V. 13. N. 4. P. 412-417.
14. Han-Kwang Nienhuys Orientational relaxation of liquid water molecules as an activated process //J Chem Phys. 2000. V.112.N.19. P.8487-8494.
15. Ho P.P., Yu W., Alfano R.R. Relaxation of the optical Kerr effect of anisotropic molecules in mixed liquids // Chemical Physics Letters. 1976. V.37. N.1. P. 91–96.
16. Никифоров Б.Г., Сафиуллин Г.М., Шмелев А.Г., Леонтьев А.В., Лобков В.С. Оптический контроль ориентационной анизотропии молекул в жидкости // Письма в ЖЭТФ. 2007. Т.86, № 10. С.757-761.
17. Perrot M., Besnard M., Lascombae J., Bouachir M. Orientational and induced depolarized Rayleigh scattering of some anisotropic molecules in their liquid state // Can. J. Phys. 1981. V. 59. P. 1481-1486.
18. Chen J., Wong K. Y. Study of intermolecular interactions in liquid nitrobenzene by depolarized hyper-Rayleigh scattering // J. Chem. Phys. 2005. V. 22. P. 174505-1-5.
19. Elola M.D., Ladanyi B.M. Molecular dynamics study of polarizability anisotropy relaxation in aromatic liquids and its connection with local structure // J. Phys. Chem. B. 2006. V. 110. P. 15525-15541.
20. Linde B. J., Skrodzka E.B., Lezhnev N.B. Vibrational Relaxation in Several Derivatives of Benzene // Int. J. Thermophys. 2012. V. 33. P. 664–679.
21. Хабибуллаев П.К., Отажонов Ш., Эшчанов Б.Х., Айвазова А.А. О механизме формирования дальних участков крыльев деполяризованной компоненты молекулярного рассеяния света в жидкостях //Доклады РАН. 1997. Т.354. №5. - С.617-618.

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

22. Отажонов Ш., Айвазова А.А., Носенко Б.М. Молекулярное рассеяние света в жидком диоксане // Оптика и спектроскопия. 1974. Т.36. №2. С. 375-378.
23. Хабибуллаев П.К., Отажонов Ш., Эшчанов Б.Х., Айвазова А.А. О механизме формирования ближних и дальних участков крыльев молекулярного рассеяния света в жидкостях. // Доклады АН РУз. -1997. -№6. -с.14-17.
24. Eshchanov B., Otajonov Sh., Isamatov A. “On possible models of thermal motion of molecules and temperature effect on relaxation of optical anisotropy in bromine benzene”// Ukraine Journal of Physics, vol. 56, No. 11, pp.1178-1181, 2011.
25. Eshchanov B., Otajonov Sh., Isamatov F.“Study of molecular dynamics of condensed states of a substance by spectroscopy” //Ukraine Journal of Physics, vol.59, No.3, pp.254-256, 2014.
26. Otajonov Sh., Eshchanov B., Isamatov A. Manifestation of substance molecular structure in temperature effects of light scattering //Journal of Chemistry and Chemical Engineering, vol.7, No.8, pp. 483-485, 2013.
27. Эшчанов Б.Х., Отажонов Ш., Исаматов А. Структурные изменения в жидком парадибромбензоле //Узбекский физический журнал. 2014. Т.6. № 2. С.134-137.
28. Eshchanov B., Otajonov Sh., Isamatov A., Babajanov D. Dynamics of relaxation processes in liquids: Analysis of oscillation and orientation spectra //Journal of Molecular Liquids. 2015. V.202. P.148-152.
29. Eshchanov B., Otajonov Sh., Solieva N., Isamatov F., Intensity Distribution in the Spectrum of Molecular Light Scattering and Relaxation Effects in Liquids // Ukraine Journal of Physics, vol.60, No.8, pp.792–795, 2015.
30. Eshchanov B. The Role of Molecular Structure in Temperature Effects of Light Scattering in Liquids //Journal of Scientific and Engineering Research, vol. 4. No.12, pp. 445–449, 2017.
31. Eshchanov B., Otajonov Sh, Xudoyberdiyeva D. Dynamics Of Rotational Oscillations In Molecules Xylene By The Low Frequencies Spectrum Of The Raman Scattering Of Light // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems Vol. 12, No. 06s. pp. 713-718, 2020.
32 Eshchanov B, Otajonov Sh, Mukhamedov G., Doroshenko I., Karpova O., Allakulieva S. Experimental study of Raman spectra of some aromatic hydrocarbons //Ukrainian Journal of Physics, vol. 65, No 4, pp 284-290, 2020.
33. Eshchanov B., Otajonov Sh., Gayipov J.N., Xudoyberdiyeva D., Qurbanbayev S. Intermolecular dynamics of condensed state: Study of temperature effect on

ISSN: 2181-1385
Scientific Journal Impact Factor (SJIF) 2021: 5.723
DOI: 10.24411/2181-1385-2021-00904

anisotropy relaxation by vibration spectroscopy // Bulletin of National University of Uzbekistan: Mathematics and Natural Sciences: Vol. 3: Iss. 3, pp.388-711, 2020.
34. Eshchanov B., Otajonov Sh., Xudoyberdiyeva D. Rotational Motion of Molecules and Structural Transitions in Liquid Pyridine // Annals of R.S.C.B., Vol. 25, Iss 4, pp. 9274 – 9280, 2020.
35. Варгафтик Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. -М: Наука. -1972.-720 стр.
36. Свердлов Л.М., Ковнер М.А., Крайнов Е.Н. Колебательные спектры многоатомных молекул. М: Наука. 1970.
37. Осипов О.А., Гарновский А. Д. Справочник по дипольным моментам. М.: Высшая школа. 1977. 416 стр.
38. Вейсбергер А., Проскауэр Э., Риддик Дж., Тупс Э. Органические растворители. Физические свойства и методы очистки. М: Изд-во иностр. лит. 1958. 419 стр.
39. Вульфсон Н.С. Препаративная органическая химия. М: Хим. лит-ра. 1959. 88 стр.
40. Кейл Б. Лабораторная техника органической химии. М: МИР. 1966. 751 стр.