

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ**

**«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ**

**Студенттер мен жас ғалымдардың  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»  
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының  
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XIX Международной научной конференции  
студентов и молодых ученых  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**PROCEEDINGS  
of the XIX International Scientific Conference  
for students and young scholars  
«GYLYM JÁNE BILIM - 2024»**

**2024  
Астана**

**УДК 001**

**ББК 72**

**G99**

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» студенттер мен жас ғалымдардың XIX Халықаралық ғылыми конференциясы = XIX Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024» = The XIX International Scientific Conference for students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2024». – Астана: – 7478 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

**ISBN 978-601-7697-07-5**

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001**

**ББК 72**

**G99**

**ISBN 978-601-7697-07-5**

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия  
ұлттық университеті, 2024**

$$a_0 = \frac{1}{6} \sqrt{\left(\frac{1}{2}(-3685-118(8830-15\sqrt{28869}))^{1/3} - 3(8830 - 15\sqrt{28869})^{2/3} - 118 \left(8830 + 15\sqrt{28869}\right)^{1/3} - 3 \left(8830 + 15\sqrt{28869}\right)^{2/3}\right)} \quad (25)$$

### Conclusion

In this paper, we have considered extended modified gravity with curvature, scalar and fermionic fields, and their kinetic terms. This is a modification of Myrzakulov's gravity  $F(R, T)$ . We got a solution, that is, we found a scale factor. This is not the final decision yet, as this modification needs to be considered from different angles. I hope this modification will be explored more deeply.

*The author expresses his gratitude to his supervisor, Ph.D., Yerzhanov K.K. for setting the task.*

*This research has been funded by AP19175860 «Исследование уравнения Монжа-Ампера геометрическими методами теории солитонов и его применение к решению физических задач»*

### Bibliography

1. K. Yerzhanov, G. Bauyrzhan, A. Altaibayeva, R. Myrzakulov. Inflation from the Symmetry of the Generalized Cosmological Model // Autumn – 2021 p. 5 – 9.
2. K. Yesmakhanova, N. Myrzakulov, S. Myrzakul, G. Yergaliyeva, K. Myrzakulov, K. Yerzhanov, R. Myrzakulov. Generalized gravity theory with curvature, torsion and nonmetricity // 22 april 2021 p. 3 – 4.
3. R. Myrzakulov, K. Yerzhanov, G. Bauyrzhan, B. Meirbekov.  $F(R, T, X, \varphi)$  cosmology via Noether symmetry // 23 april 2021 p. 2 – 5.
4. E.N. Saridakis, Sh. Myrzakul, K. Myrzakulov, K. Yerzhanov. Cosmological applications of Myrzakulov gravity // 2020 p. 4 – 7.

УДК 533.72 533.73 677.027

### ИІСТІҢ ГАЗДАРДА ТАРАЛУ ФУНКЦИЯСЫН ЗЕРТТЕУ

Өтеп Аяжан Қайратқызы

[ayautepova@mail.ru](mailto:ayautepova@mail.ru)

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ жалпы және теориялық физика кафедрасының 4 курс студенті,  
Астана, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Профессор, PhD, ф.-м.ғ.к. Мырзақұл Ш. Р.

Газдардың кинетикалық теориясын пайдаланып иістердің физикасын, әсіресе ауадағы ароматты молекулалардың таралуын зерттеуге болады. Бұл теория бойынша иіс молекулалары бір-бірімен үздіксіз қозғалыста болады. [1] авторлары хош иісті молекулалар көзден буланған кезде олар кинетикалық теория заңдарына сәйкес ауада соқтығыса бастайтындығын анықтаған. Бұл мақалада мен осы тұжырымдарды пайдаланып, газ жүйесінде иіс молекулаларының соқтығысу әрекеттері қарастырылды. Иістің таралу функциясын анықтау үшін Больцманның қозғалыссыз және қозғалыстағы кинетикалық теңдеуі қолданылды. Алынған қорытындылар әлсіз біртекті емес иіс газының шешімі болып табылды.

Адамның ең маңызды сенсорлық жүйелерінің бірі - иіс сезу. Физикалық тұрғыдан иіс әлі де қол жетпейтін сезім. Осы уақытқа дейін бұл туралы кеңінен зерттелген тәжірибелер немесе ұсынылған теориялар аз болып табылады. Осы мақалада менің мақсатым газдардағы иіс молекулаларының соқтығысу арқылы, таралу функциясын зерттеу.

Жалпы иістің таралу функциясын анықтау үшін газдардың кинетикалық теориясын қолдандым. Мұнда идеал газ бөлшектері сирек кездеседі, сондықтан ондағы әрбір молекула

барлық уақытта дерлік бос ретінде қозғалады және олармен тікелей иіс бөлшектері соқтығысқан кезде ғана әрекеттеседі.

[2] жұмыстың авторлары газдың статистикалық сипаттамасы олардың фазалық кеңістігінде молекулаларының  $f(t, q, p)$  таралу функциясымен жүзеге асатындығын зерттеген. Бұл, жалпы айтқанда, иіс молекуласының жалпыланған координаттарының функциясы (олардың жиынтығы  $q$  арқылы белгіленеді) және оларға сәйкес жалпыланған импульстар (олардың жиынтығы  $p$  арқылы белгіленеді), ал стационарлық емес күйде  $t$  уақыт бойынша жүреді. Бұл жағдай иіс молекулаларының соқтығысуы кезінде  $\varphi$  бұрышының өзгеру жылдамдығына байланысты болады.

Өзгеру жылдамдығы  $\varphi$  (молекуланың бұрыштық айналу жылдамдығы)  $\varphi = \Omega = M/I$ , бұл жылдамдықтың орташа мәні  $\Omega \sim \bar{v}/d$ , мұндағы  $d$  - иіс молекулаларының өлшемдері, ал  $\bar{v}$  - таралу жылдамдықтардың орташа мәні. Бірақ әртүрлі иіс молекулалардың әртүрлі  $\Omega$  мәндері бар, олар  $\bar{\Omega}$  айналасында қандай да бір заң бойынша бөлінген. Бастапқы сәтте  $t = 0$  болсын,  $\varphi = \varphi_0$  бұрыштары бойынша иіс молекулаларының таралуы (0 ден  $2\pi$ -ге дейінгі аралықта) бойынша  $\Omega$   $f(\varphi_0, \Omega)$  функциямен беріледі. Оның ішінен  $\varphi$ -ға тәуелсіз орташа мәнді шығарайық

$$f = \bar{f}(\Omega) + f'(\varphi_0, \Omega), \quad \bar{f}(\Omega) = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} f(\varphi_0, \Omega) d\varphi_0,$$

мұндағы  $f'(\varphi_0, \Omega)$  - нөлге тең орташа мәні бар айнымалы функция. Газдағы иіс молекулаларының еркін таралуы арқылы ( $\varphi = \Omega t + \varphi_0$ ) таралу функциясы келесідей өзгереді

$$\varphi_0 = \varphi - \Omega t$$

$$f(\varphi, \Omega, t) = \bar{f}(\Omega) + f'(\varphi - \Omega t, \Omega).$$

Енді газдардың кинетикалық теориясының таралу функциясын  $f(t, r, \Gamma)$  анықтайтын теңдеудің туындысын қарастырайық. Мұндағы  $\Gamma$  таңбасын иістің таралу функциясы тәуелді барлық айнымалылар жиыны ретінде аламыз. Егер иіс молекулаларының соқтығысуын мүлде елемеуге болатын болса, онда әрбір иіс молекуласы тұйық ішкі жүйені білдіреді және Лиувилл теоремасын қолдана отырып иіс молекулаларының тұйық ішкі жүйеде таралу функциясын келесідей жаза аламыз,

$$\frac{df}{dt} = 0. \tag{1}$$

Мұндағы толық туынды қозғалыс теңдеулерімен анықталған молекуланың фазалық траекториясы бойынша дифференциалданатынын білдіреді. Бұл жерде Лиувилл теоремасын қолдану иіс молекулаларының тыныштықта таралу функциясы үшін орындалады.

Газдың кинетикалық теориясында иіс молекулалары бір-бірімен ретсіз соқтығысатынын ескеретін болсақ, бізге белгілі (1) теңдік бұзылады. Яғни, иістің таралу функциясы фазалық траекториялар бойымен тұрақты болуды тоқтатады. Сондықтан (1) теңдік келесідей өзгереді,

$$\frac{df}{dt} = Stf, \tag{2}$$

мұндағы  $Stf$  таңбасы иіс молекулаларының соқтығысуы арқасында иістің таралу функциясының өзгеру жылдамдығын білдіреді. Оны соқтығысу интегралы деп атаймыз.

Газдардағы иістің екі молекуласы соқтығысқан кезде олардың  $\Gamma$  шамаларының мәндері өзгереді. Сондықтан молекуланың кез-келген соқтығысуы оны берілген  $d\Gamma$  интервалынан шығарады. Мұндай иіс молекулаларының соқтығысуларын "кету" әрекеттері деп санаймыз.  $\Gamma, \Gamma_1 \rightarrow \Gamma', \Gamma'_1$  ауысуларымен иіс молекулаларының соқтығысу толық саны - барлық мүмкін  $\Gamma_1, \Gamma', \Gamma'_1$  мәндермен берілген  $\Gamma$  кезінде  $dV$  көлемінде уақыт бірлігінде болатын келесі интегралға тең болады,

$$dVd\Gamma \int \omega(\Gamma', \Gamma'_1; \Gamma, \Gamma_1) f f_1 d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1.$$

Нәтижесінде берілген  $d\Gamma$  интервалынан тыс жатқан  $\Gamma$  шамаларының бастапқы мәндері бар иіс молекулалары осы аралықта соқтығысады. Толық соқтығыстарды келесідей жазамыз,

$$dVd\Gamma \int \omega(\Gamma, \Gamma_1; \Gamma', \Gamma'_1) f' f'_1 d\Gamma_1, d\Gamma', d\Gamma'_1.$$

Бұл өрнекті қысқартып жазатын болсақ

$$\omega = \omega(\Gamma', \Gamma'_1; \Gamma, \Gamma_1), \quad \omega' = \omega(\Gamma, \Gamma_1; \Gamma', \Gamma'_1). \quad (3)$$

Осылайша, соқтығысу интегралы үшін келесі өрнекті табамыз:

$$Stf = \int (\omega' f' f'_1 - \omega f f_1) d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1. \quad (4)$$

Мұндағы интегралды өрнектің екінші мүшесінде  $d\Gamma' d\Gamma'_1$  бойынша интегралдау  $\omega$  функциясына қолданылады. Ал  $f, f_1$  көбейткіштері бұл айнымалыларға тәуелді емес. Нәтижесінде соқтығысу интегралы пайда болады,

$$Stf = \int \omega' (f' f'_1 - f f_1) d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1, \quad (5)$$

мұнда екі мүше де бірдей  $\omega'$  коэффициентімен кіреді. Соқтығысу интегралының формасын анықтай отырып, біз Больцманның кинетикалық теңдеуін жаза аламыз

$$\frac{df}{dt} + v\nabla f = \int \omega' (f' f'_1 - f f_1) d\Gamma_1 d\Gamma' d\Gamma'_1.$$

Әрі қарай қозғалмайтын иіс молекуласының газдағы тепе-теңдік таралу функциясын [3] Больцманның үлестірімін қолданып табайық,

$$f = \exp\left(\frac{\mu - \varepsilon(\Gamma)}{T}\right),$$

мұндағы  $\mu$  - газдың химиялық потенциалы. Бұл функцияны нақты түрде жазу үшін біз  $\varepsilon(\Gamma)$  молекуласының толық энергиясынан оның қозғалысының кинетикалық энергиясын бөліп аламыз:

$$\varepsilon(\Gamma) = \frac{mv^2}{2} + \varepsilon_{i3},$$

$\varepsilon_{i3}$  ішкі энергия молекуланың айналу энергиясын және тербеліс энергиясын қамтиды.  $v - V$  ауыстыру арқылы біз [4] Больцманның кинетикалық теңдеуін қозғалмалы иіс молекулаларының газға таралу функциясын аламыз:

$$f = \exp\left(\frac{\mu - \varepsilon_{i3}}{T}\right) \exp\left(-\frac{m(v - V)^2}{2T}\right).$$

Бұл теңдіктер әлсіз біртекті емес иіс газының шешімі болып табылады. Иістің газда тепе-тең статистикалық таралуы кинетикалық теңдеуді бірдей қанағаттандыруы керек екенін білдік. Бұл шарт шынымен де орындалды. Тепе-теңдіктің таралуы стационарлық және (сыртқы өріс болмаған жағдайда) біртекті жағдайда болатынын анықтадық. Сондықтан (1) теңдеудің сол жағы нөлге тең болды. Кинетикалық теңдеуді пайдаланып сыртқы өрістегі газдағы иіс молекулаларының тепе-теңдік таралуын қанағаттандыруға болатынын анықтадық.

Қорытындылай келе, бұл мақалада газдардағы иіс молекулаларының таралуын зерттеп жаздым. Жалпы зерттеу барысында иіс молекулалары бір-бірімен үздіксіз қозғалыста болатынын ескере отырып, олардың газда соқтығысуларын анықтадым. Соқтығыстар нәтижесінде, уақытқа байланысты иістің таралу функциясын алдым. Больцманның кинетикалық теңдеуін қолдана отырып, газдағы қозғалатын және қозғалмайтын иіс молекулаларын анықтау арқылы, әлсіз біртекті емес иіс газының шешімін анықтадым.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Classen C., Howes D., Synnott A. Aroma: The cultural history of smell. – Routledge, 2002.
2. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Курс теоретической физики. Том III. Квантовая механика (нерелятивистская теория). – 2002.
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика. Том 5. Статистическая физика. Часть 1 //книга. – 1976.
4. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Теоретическая физика (Том 10. Физическая кинетика) //книга. – 2002.
5. Brookes J. C., Horsfield A. P., Stoneham A. M. The swipe card model of odorant recognition //Sensors. – 2012. – Т. 12. – №. 11. – С. 15709-15749.
6. Breer H. Olfactory receptors: molecular basis for recognition and discrimination of odors //Analytical and bioanalytical chemistry. – 2003. – Т. 377. – С. 427-433.
7. Kauzmann W. Kinetic theory of gases. – Courier Corporation, 2012.