

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



SERIES

OF PHYSICAL AND MATHEMATICAL

2 (288)

НАУРЫЗ – СӘУІР 2013 ж.

МАРТ – АПРЕЛЬ 2013 г.

MARCH – APRIL 2013

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН

ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ

ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Бас редактор
ҚР ҰҒА академигі
Б. Т. Жұмағұлов

Редакция алқасы:

физика-математика ғылымдарының докторы **Н. М. Темірбеков** (бас редактордың орынбасары), ҚР ҰҒА-ның академиктері **Н. Ж. Тәкібаев, С. Н. Харин, Т. Ш. Калменов, Н. Қ. Блиев, Б. Н. Мұқашев, М. Ө. Өтелбаев**, физика-математика ғылымдарының докторы **Қ. Қ. Қадыржанов**, физика-математика ғылымдарының докторы **Н. Т. Данаев**, физика-математика ғылымдарының докторы **Т. С. Рамазанов**, физика-математика ғылымдарының докторы **Ө. Ө. Өмірбаев**, химия ғылымдарының докторы **Н. Бейсен** (жауапты хатшы)

Главный редактор
академик НАН РК
Б. Т. Жумагулов

Редакционная коллегия:

доктор физико-математических наук **Н. М. Темирбеков** (заместитель главного редактора), академики НАН РК **Н. Ж. Такибаев, С. Н. Харин, Т. Ш. Кальменов, Н. К. Блиев, Б. Н. Мукашев, М. О. Отелбаев**, доктор физико-математических наук **К. К. Кадыржанов**, доктор физико-математических наук **Н. Т. Данаев**, доктор физико-математических наук **Т. С. Рамазанов**, доктор физико-математических наук **У. У. Умирбаев**, доктор химических наук **Н. Бейсен** (ответственный секретарь)

Editor-in-chief
academician of the NAS of the RK
B. T. Zhumagulov

Editorial staff:

doctor of physical and mathematical sciences **N.M. Temirbekov** (deputy editor-in-chief), academicians of the NAS of the RK **N. Zh. Takibayev, S. N. Harin, T. Sh. Kalmenov, N. K. Bliiev, B. N. Mukashev, M. O. Otelbaev**, doctor of physical and mathematical sciences **K. K. Kadirzhanov**, doctor of physical and mathematical sciences **N. T. Danaev**, doctor of physical and mathematical sciences **T. S. Ramazanov**, doctor of physical and mathematical sciences **U. U. Umirbaev**, doctor of chemical sciences **N. Beysen** (secretary)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая» I ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 3000 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18 www:akademianauk.kz
Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

ҚР ҰҒА академигі
ӘБДИЛДИН Мейірхан Мубаракұлының
75 жылдығына арналған

**«ҚАЗІРГІ ФИЗИКАНЫҢ
КӨКЕЙКЕСТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ»**

атты халықаралық ғылыми конференцияның материалдары

* * *

*Материалы международной научной конференции,
посвященной 75-летию академика НАН РК
АБДИЛЬДИНА Мейрхана Мубараковича*

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ»**

* * *

*Proceedings of the International Conference
dedicated to the 75th anniversary of academician RK
ABDILDIN Meyrhan Mubarakovich*

**«ACTUAL PROBLEMS
OF MODERN PHYSICS»**

UDC 533.9

*YU. V. ARKHIPOV¹, A.B. ASHIKBAYEVA¹, A. ASKARULY¹,
L. CONDE², A.E. DAVLETOV¹, I.M. TKACHENKO³*

¹Scientific-Research Institute of Experimental and Theoretical Physics,
al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

²Departamento de Física Aplicada, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain;

³Instituto de Matemática Pura y Aplicada, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, Spain

ON THE COLLISIONAL ONE-COMPONENT PLASMA DIELECTRIC FUNCTION

Summary

Asymptotic properties of the collisional one-component plasma dielectric function in the random-phase (RPA) and Mermin approximation, with a constant collision frequency, are analyzed from the point of view of the verification of sum rules. The latter are the power frequency moments of the loss function, a positive even function of frequency directly related to the imaginary part of the inverse dielectric function. The zero moment is shown to coincide with that of the RPA, the f -sum rule is satisfied, and the fourth moment sum rule is verified only partly, without taking the correlations into account. These drawbacks of the Mermin model expression for the dielectric function define the realm of applicability of this approximation.

Keywords: static structure factors, sum rules, method of moments.

Кілт сөздер: статикалық құрылымдық факторлар, косындылар ережелері, моменттер әдісі.

Ключевые слова: статические структурные факторы, правила сумм, метод моментов.

Introduction. Modelling of the dielectric function $\varepsilon(k, \omega)$ (DF) or the inverse dielectric function, $\varepsilon^{-1}(k, \omega)$ (IDF) of Coulomb systems is actively discussed in the literature, in particular, because the corresponding loss function,

$$\mathcal{L}(k, \omega) = -\text{Im}\varepsilon^{-1}(k, \omega) / \omega \geq 0, \quad (1)$$

which is even for $\forall \omega \in \mathbb{R}$, determines the polarizational stopping power of such systems [1].

The Lindhard dielectric function [1] of a collisionless one-component plasma, $\varepsilon_{RPA}(k, \omega)$, was generalized by Mermin [2] and later, by Das [3] who used the distribution function variation method, to take the collisions into account in the relaxation-time approximation. Mathematical properties and different versions of the Lindhard DF were further considered in a number of elaborate publications, see e.g., [4, 5].

In the present work we study the asymptotic properties of the RPA and Mermin dielectric functions. Precisely, we wish to determine here whether the sum rules (other than the f -sum rule) are satisfied by these models.

Though the derivation of the Mermin dielectric function,

$$\varepsilon_M(k, \omega) = 1 + \frac{(\omega + i\nu)(\varepsilon_{RPA}(k, \omega + i\nu) - 1)}{\omega + i\nu \frac{\varepsilon_{RPA}(k, \omega + i\nu) - 1}{\varepsilon_{RPA}(k, 0) - 1}}, \quad (2)$$

guarantees the conservation of the local number of charged particles, this model is valid only in the first order in the total electrostatic potential energy and presumably cannot be applied to describe the properties of the plasma liquid phase at any corresponding value of the coupling parameter $\Gamma = \beta e^2 / a$, where $\beta^{-1} = k_B T$ is the system

temperature in energy units and $a = \sqrt[3]{3/4\pi n}$ is the Wigner-Seitz radius, n being the number density of charged particles, and at any degeneracy. Nevertheless, it is actively employed lately under extreme physical conditions, see, e.g., [6, 7].

The collision frequency ν is determined, e.g., by the Spitzer formula [6] or in the general Green-Kubo context [8]. We will be proceeded with the discussion of the influence of the dynamic collision frequency (see [7] and references therein) elsewhere.

1. The asymptotic expansion and the sum rules. Since the definition of the dielectric function of homogeneous non-magnetized (multi-species) plasmas is just $\mathbf{D}(k, \omega) = \varepsilon(k, \omega)\mathbf{E}(k, \omega)$, and the «cause» is the external field/displacement $\mathbf{D}(k, \omega)$, the IDF is a genuine response function, i.e., the Kramers-Kronig relations are definitely valid for this function:

$$\varepsilon^{-1}(k, \omega) = 1 + \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\text{Im}\varepsilon^{-1}(k, \omega')}{\omega - \omega'} \frac{d\omega'}{\pi}, \quad \text{Im}\omega > 0. \quad (3)$$

or, particularly,

$$\varepsilon^{-1}(k, 0) = 1 + P \int_{-\infty}^{\infty} \text{Im}\varepsilon^{-1}(k, \omega) \frac{d\omega}{\pi\omega}, \quad (4)$$

P standing for the principal value of the integral.

Consider the *convergent* sum rules for the IDF $\varepsilon^{-1}(k, \omega)$, which are effectively the first three finite non-zero power moments of the loss function [9]:

$$C_l(k) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \omega^l \mathcal{L}(k, \omega) d\omega, \quad l = 0, 2, 4, \quad (5)$$

$$C_0(k) = 1 - \varepsilon^{-1}(k, 0), \quad C_2 = \omega_p^2, \quad C_4(k) > 0.$$

Consider also the characteristic frequencies,

$$\omega_1(k) = \sqrt{C_2 / C_0(k)} = \omega_p / \sqrt{1 - \varepsilon^{-1}(k, 0)}, \quad \omega_2(k) = \sqrt{C_4(k)} / \omega_p. \quad (6)$$

It is important that the explicit forms of these characteristics can be derived independently of a particular DF or IDF model of an equilibrium plasma.

The expression for the zero moment follows immediately from (3) and (4):

$$C_0(k) = -\frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\text{Im}\varepsilon^{-1}(k, \omega)}{\omega} d\omega = 1 - \varepsilon^{-1}(k, 0) > 0. \quad (7)$$

Then, it is easy to see that

$$\varepsilon^{-1}(k, \omega) = \varepsilon^{-1}(k, 0) + \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\mathcal{L}(k, \omega')}{1 - \omega/\omega'} d\omega', \quad (8)$$

and thus construct the IDF asymptotic expansion along any ray in the upper half-plane,

$$\varepsilon^{-1}(k, \omega \rightarrow \infty) \underset{\omega \rightarrow \infty}{\simeq} \varepsilon^{-1}(k, 0) + \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \left(1 + \frac{\omega}{\omega'} + \left(\frac{\omega}{\omega'} \right)^2 + \dots \right) \mathcal{L}(k, \omega') d\omega' = \quad (9)$$

$$= 1 + \frac{\omega_p^2}{\omega^2} + \frac{\omega_p^2 \omega_2^2(k)}{\omega^4} + \dots. \quad (10)$$

Within the RPA the static dielectric function is defined as

$$\varepsilon_{RPA}(k, 0) = 1 + \frac{4}{\pi a_B k^3} \int_0^{\infty} p f_{FD}(p) \ln \left| \frac{k/2 + p}{k/2 - p} \right| dp.$$

Here a_B is the Bohr radius and $f_{FD}(p) = [\exp(\beta E(p) - \eta) + 1]^{-1}$ is the Fermi-Dirac distribution density with $E(p) = \hbar^2 p^2 / (2m)$. The dimensionless chemical potential $\eta = \beta\mu$ is defined by the normalization condition,

$$F_{1/2}(\eta) = \frac{2}{3} D^{3/2} \text{ with}$$

$$F_\nu = \int_0^\infty \frac{x^\nu dx}{\exp(x-\eta)+1},$$

$$D = \beta E_F = \beta m v_F^2 / 2 = \beta \hbar^2 k_F^2 / 2m = \beta \hbar^2 (3\pi^2 n)^{2/3} / 2m, \quad (11)$$

where $F_\nu(\eta)$, E_F , v_F , and k_F are the ν -th order Fermi integral, Fermi energy, velocity, and wavenumber, respectively.

In the Mermin approximation $\varepsilon_M(k, \omega=0) = \varepsilon_{RPA}(k, 0)$, i.e., the zero sum rule is not satisfied since the static IDF $\varepsilon^{-1}(k, 0)$ (related via the fluctuation-dissipation theorem to the system dynamic structure factor) takes the correlations into account while $\varepsilon_{RPA}(k, 0)$ does not.

Notice also that the second moment is exactly the f -sum rule ($C_2 = \omega_p^2$). We provide also an explicit expression for the 4th moment. In a coupled OCP (see [9] and references therein):

$$C_4(k) = \omega_p^4 [1 + W_0(k)], \quad (12)$$

and the correction of the fourth moment contains only two contributions:

$$W_0(k) = V(k) + U(k). \quad (13)$$

The first contribution is produced by the kinetic term of the system Hamiltonian, in the classical case $V(k)$ coincides with the known Vlasov contribution to the dispersion relation, $V_{cl}(k) = 3k^2 / (4\pi n e^2 \beta)$. The second contribution to the fourth moment stems from the interaction contribution to the system Hamiltonian:

$$U(k) = \frac{1}{2\pi^2 n} \int_0^\infty p^2 (S(p) - 1) f(p, k) dp, \quad (14)$$

where we have introduced the angular factor $f(p, k) = \frac{5}{12} - \frac{p^2}{4k^2} + \frac{(k^2 - p^2)^2}{8pk^3} \ln \left| \frac{p+k}{p-k} \right|$ and the static structure factor $S(k)$.

Let us now study the power moments of the OCP model dielectric functions.

The RPA dielectric function asymptotic form for $\text{Im}w \geq 0$ was determined in [5]:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{RPA}(k, w \rightarrow \infty) &\simeq \\ &\simeq 1 - \frac{\omega_p^2}{w^2} \left(1 + A_2(k) \left(\frac{k v_F}{w} \right)^2 + A_4(k) \left(\frac{k v_F}{w} \right)^4 + O \left(\left(\frac{k v_F}{w} \right)^6 \right) \right), \end{aligned} \quad (15)$$

where $A_2(k) = \omega_p^2 V(k) / k^2 v_F^2$ and

$$A_4(k) = \frac{3}{2} \frac{F_{5/2}(\eta)}{D^{7/2}} + \frac{\hbar^2 k^2}{4m_e^2 v_F^2} \frac{5F_{3/2}(\eta)}{D^{5/2}} + \frac{15}{4} \frac{\hbar^4 k^4}{m_e^4 v_F^4}.$$

We conclude that, as expected, within the RPA the sum rule (12) is satisfied only partially, without taking the correlation contribution $U(k)$ into account.

The Mermin loss function satisfies the f -sum rule by construction. The situation with the fourth sum rule is quite different. It is not very difficult to calculate the high-frequency limit of the fourth power moment integrand to see that if the collision frequency is kept constant,

$$\lim_{\omega \rightarrow \infty} \left(- \frac{\omega^3 \text{Im} \varepsilon_M^{-1}(k, \omega)}{\omega_p^3} \right) = \frac{\nu}{\omega_p},$$

which means that in the «classical» Mermin approximation the fourth power moment of the loss function diverges and the corresponding sum rule (12) is not satisfied at all. In other words, the asymptotic expansion of the Mermin model DF with a constant collision frequency is just

$$\varepsilon_M(k, w \rightarrow \infty) \simeq 1 - \frac{\omega_p^2}{w^2}. \quad (16)$$

This behavior takes place because at high frequencies the imaginary part of the Mermin DF is determined by the imaginary part of the product $(1 + i\nu / \omega)(\epsilon_{RPA}(k, \omega + i\nu) - 1)$ and is reduced to the rational form $(-\nu\omega_p^2 / \omega^3)$, which significantly differs from the corresponding exponential factor characteristic for the RPA. This latter factor with the zero asymptotic expansion guarantees the convergence of all power moments of the RPA loss function, while in the Mermin approximation only the second power moment «survives».

Numerical results. In this Section we wish to check the numerical importance of the above drawbacks of the Mermin approximation of the OCP dielectric function. It is clear that in a TCP the inconsistencies of the Mermin model will reveal themselves even stronger, we hope to demonstrate it in our further publications.

We have estimated the static collision frequency as it was suggested in [8]:

$$\frac{\nu}{\omega_p} = 0.2387\Gamma^{3/2} \int_0^\infty \frac{dk}{k} \frac{[S_{ee}(k)S_{ii}(k) - S_{ei}^2(k)]}{(1 + k^2\lambda_{ei}^2)}, \quad (17)$$

where the partial static structure factors were obtained within the HNC approximation [10] for the Deutsch pseudopotential,

$$\varphi_{ab}(r) = Z_a Z_b (e^2 / r) [1 - \exp(-r / \lambda_{ab})], \quad (18)$$

without the exchange corrections,

$$\lambda_{ab}^2 = \frac{\beta\hbar^2}{2\pi\mu_{ab}}, \quad \mu_{ab} = \frac{m_a m_b}{m_a + m_b}.$$

The values of the moments $C_0(k_F)$, C_2 , and $C_4(k_F)$ presented in Table 1 were calculated for $n = 10^{23} \text{ cm}^{-3}$ ($r_s = 2.5256$). The values marked «HNC» were obtained within the HNC approximation for the pseudopotential (18) and those marked «Mermin» were evaluated by direct integration of the power moments of the Mermin loss function. As it was expected, the f -sum rule is satisfied by the Mermin model with a high precision. The deviations of the Mermin power moments $C_0(k_F)$ and $C_4(k_F)$ from the sum rule values are quite significant.

Table 1 – The values of the moments

	$\beta^{-1} = 5 \text{ eV}$		$\beta^{-1} = 10 \text{ eV}$		$\beta^{-1} = 100 \text{ eV}$	
Moments	HNC	Mermin	HNC	Mermin	HNC	Mermin
C_0	0.8163	0.4835	0.5396	0.2944	0.0813	0.0071
C_2 / ω_p^2	1.0000	1.0004	1.0000	1.0004	1.000	1.004
C_4 / ω_p^4	3.4101	4.9582	5.0299	6.8365	35.690	40.068

We believe that these deviations once more stress that the Mermin IDF is not exactly a response function. This question deserves further investigation.

Conclusions. It is shown that even the «collision-corrected» Mermin approximation does not satisfy the exact sum rules and other exact relations valid for one-component plasmas.

In other words, the realm of applicability of some widely used approximations is established.

The problem to be studied soon is to which extent the above defects of the Mermin approximation might influence the utility of the Mermin model for the calculation of the stopping power of strongly coupled plasmas at finite temperature [11].

Acknowledgement. This work was partially supported by the Spanish Ministerio de Ciencia e Innovación under Grant No. ENE2010-21116-C02-02. The authors acknowledge the financial support of KazNU and I.M. T. is grateful to the KazNU for its hospitality.

REFERENCES

- 1 Lindhard J., Dan K., On the properties of a gas of charged particles, *Vidensk Selsk. Mat. Fys. Medd.*, **1954**, Vol. 28, Issue 8, P. 1-57.
- 2 Mermin N.D., Lindhard Dielectric Function in the Relaxation-Time Approximation, *Phys. Rev. B.*, **1970**, Vol. 1, P. 2362-2363.
- 3 Das A.K., The relaxation-time approximation in the RPA dielectric formulation, *J. Phys. F.*, **1975**, Vol. 5, Issue 11, P. 2035-2040.

- 4 Gouedard C., Deutsch C., Dense electron-gas response at any degeneracy, *J. Math. Phys.*, **1978**, Vol. 19, No1, P. 32-39.
5 Arista N.R., Brandt W., Dielectric response of quantum plasmas in thermal equilibrium, *Phys. Rev. A.*, **1984**, Vol. 29, P. 1471-1780.
6 Barriga-Carrasco M.D., Dynamical local field corrections on energy loss in plasmas of all degeneracies, *Phys. Rev. E.*, **2009**, Vol. 79, Article 027401 (4pages).
7 Thiele R. et al., Thomson scattering on inhomogeneous targets, *Phys. Rev. E.*, **2010**, Vol. 82, Article 056404 (7 pages).
8 Baus M., Hansen J.-P., Sjögren L., Electrical conductivity of a strongly coupled hydrogen plasma, *Phys. Lett. A.*, **1981**, Vol. 82, P. 180-182.
9 Arkhipov Yu.V. et al., Dynamic properties of one-component strongly coupled plasmas: The sum-rule approach, *Phys. Rev. E.*, **2010**, Vol. 81, Article 026402 (9 pages) and references therein.
10 Fisher I.Z., *Statistical Theory of Liquids*. University of Chicago Press, 1964, 335 p.
11 Tkachenko I.M., Muñoz-Cobo J.L., Muñoz A., Comment on “Stopping power of nonmonochromatic heavy-ion clusters with two-ion correlation effects”, *Phys. Rev. E.*, **1997**, Vol. 56, Issue 5, P. 6208-6210.

Резюме

Ю. В. Архипов¹, Ә. Б. Ашықбаева¹, Ә. Асқарұлы¹, Л. Конде², А. Е. Дәулетов¹, И. М. Ткаченко³

¹ЭТФҒЗИ, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

²Мадрид политехникалық университеті, аэроавиатика факультеті,
қолданбалы физика кафедрасы, Мадрид қ., Испания;

³Таза және қолданбалы математика институты,
Валенсия политехникалық университеті, Валенсия қ., Испания

СОҚТЫҒЫСТЫ БІР КОМПОНЕНТТІ ПЛАЗМАНЫҢ ДИЭЛЕКТР ФУНКЦИЯЛАРЫ ТУРАЛЫ

Тұрақты соқтығысу жиілігімен хаосты фазалардың (ХФЖ) және Мермин жуықтауларында қосындылар заңдарың тексеру көмегімен соқтығысты, бір компонентті плазманың диэлектр функцияларының асимптотикалық қасиеттері зерттелінді. Бұл реттегі қосындылар жойылу функцияның жиілік моменттері болып табылады, яғни кері диэлектр функцияларының жорамал бөлігімен тікелей байланысатын оң жұп жиілік бойынша функциялар. Нөлдік момент ХФЖ мәнімен дәл келетіні, f-қосындылар заңы орындалатыны және жүйедегі өзара байланыстар ескерілмеген төртінші моменттік қосындылар заңы жартылай қанағаттандырылатыны көрсетілген. Бұл диэлектр функциясы үшін модельдік Мермин шамасының кемшіліктері осы жуықтаудың қолданылатын аймағын анықтайды.

Кілт сөздер: статикалық құрылымдық факторлар, қосындылар ережелері, моменттер әдісі.

Резюме

Ю. В. Архипов¹, А. Б. Ашиқбаева¹, А. Асқарұлы¹, Л. Конде², А. Е. Дәулетов¹, И. М. Ткаченко³

¹НИИ Экспериментальной и теоретической физики,
Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан;

²Кафедра прикладной физики факультета аэроавиатика
Мадридского политехнического университета, г. Мадрид, Испания;

³Институт чистой и прикладной математики
Валенсийского политехнического университета, г. Валенсия, Испания

О ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ СТОЛКНОВИТЕЛЬНОЙ ОДНОКОМПОНЕНТНОЙ ПЛАЗМЫ

Изучены асимптотические свойства и проведена проверка выполнения правил сумм для диэлектрической функции столкновительной однокомпонентной плазмы в приближениях хаотических фаз (ПХФ) и Мермина с постоянной частотой столкновения. При этом правилами сумм являются частотные моменты функции потерь, являющейся положительной четной функцией частоты, непосредственно связанной с мнимой частью обратной диэлектрической функции. Показано, что нулевой момент совпадает с таковым в ПХФ, f-правило сумм выполняется, а четвертое моментное правило сумм удовлетворяется лишь частично, в нем не учитываются корреляции в системе. Эти недостатки модельного выражения Мермина для диэлектрической функции определяют область применимости данного приближения.

Ключевые слова: статические структурные факторы, правила сумм, метод моментов.

Поступила 27.03.2013г.

СОДЕРЖАНИЕ

Обзорные доклады

<i>Такибаев Н.Ж.</i> Нелинейные взаимодействия в оболочках нейтронных звезд.....	4
--	---

Теоретическая физика

<i>Сарсембаева А.Т., Аикава М., Такибаев Н.Ж., Курмангалиева В.О., Такибаева М.Н., Абишев М.Е., Насирова Д.М.</i> О создании центрально-азиатской базы данных по ядерным реакциям.....	12
<i>Асака К., Д'адда А., Кавамото Н., Кондо И.</i> Точная решеточная суперсимметрия на квантовом уровне для $N = 2$ модели Весса-Зумино в низких размерностях.....	18
<i>Насирова Д.М., Такибаева М.Н., Нусипалиева М.А.</i> О вырожденной электронной ферми-жидкости в ядрах белых карликов.....	24
<i>Жумабекова В.Н., Такибаев Н.Ж., Спанова Г.А., Нусипалиева М.А., Карсыбаев Б.Т.</i> Физические особенности бериллиевых металлических отражателей.....	28
<i>Бактыбаев К., Далелханкызы А., Бактыбаев М.К.</i> Микроскопическая теория коллективных возбуждений сферических ядер.....	31
<i>Нусипалиева М.А., Насирова Д.М., Такибаева М.Н.</i> О ядерных реакциях в оболочках нейтронных звезд.....	35
<i>Темиров Б.К.</i> Осцилляция решений интегро-дифференциально-разностного уравнения с конечными разностями пятого порядка с нелинейным интегральным членом.....	39
<i>Кенжебаев Н.Б., Хасанов М.К.</i> О когерентном и некогерентном рассеянии тепловых нейтронов на бериллии.....	43

Физика плазмы, газов и жидкостей

<i>Архипов Ю.В., Ашикбаева А.Б., Аскарұлы А., Конде Л., Давлетов А.Е., Ткаченко И.М.</i> О диэлектрической функции столкновительной однокомпонентной плазмы.....	46
<i>Давлетов А.Е., Еримбетова Л.Т., Оспанова А.К.</i> Статический структурный фактор макрочастиц в пылевой плазме.....	51
<i>Джумагулова К.Н., Машеева Р.У.</i> Колебания пылевых частиц в газоразрядной плазме.....	56
<i>Муратов М.М., Рамазанов Т.С., Джумагулова К.Н.</i> Диагностика пылевой плазмы на основе экспериментальных микроскопических свойств.....	61
<i>Джумагулова К.Н., Габдуллина Г.Л., Шаленов Е.О.</i> Дифференциальные сечения рассеяния электронов квазиклассической плазмы с учетом динамической экранировки.....	65
<i>Жукешов А.М., Габдуллина А.Т., Амренова А.У., Пак С.П., Мухамедрыскызы М., Кайбар А.</i> К воздействию импульсной плазмы на поверхность нержавеющей стали.....	71
<i>Джумагулова К.Н., Машеева Р.У.</i> Скейлинговые формулы для коэффициента диффузии пылевой компоненты плазмы сложного состава.....	75
<i>Аикашева Я.Ф., Ким С., Мукашева С.Н., Нурғалиева Қ.Е., Соколова О.И.</i> Исследование локальных возмущений в вариациях параметров геомагнитного поля в периоды активизации сейсмических процессов.....	80

Физика атомного ядра и элементарных частиц

<i>Бактыбаев К., Раманкулов К.Е., Койлык Н.О., Далелханкызы А., Бактыбаев М.К.</i> Фермионно-динамическая симметрия и ее бозонное отображение.....	85
<i>Гайтинов А.Ш., Лебедева А.И., Лебедев И.А.</i> Исследование многочастичных корреляций во взаимодействиях ядер золота с энергией 10,7 АГэВ и ядер свинца с энергией 158 АГэВ с ядрами фотоэмульсии.....	91
<i>Динейхан М., Сумин В.В., Азнабаев Д.Т., Бекбаев А.К., Чупраков И., Токсаба Ж.</i> Изучение микронапряжений и фазового состава твердого сплава Т30К4 методом дифракции нейтрона.....	96
<i>Динейхан М., Сумин В.В., Азнабаев Д.Т., Джансейтов Д.М., Мухаметулы Б., Дауылбаев Ч.</i> Нейтронный фурье-дифрактометр ФСД для исследования остаточных напряжений в материалах и промышленных изделиях.....	102
<i>Динейхан М., Сумин В.В., Азнабаев Д.Т., Мухаметулы Б., Бекбаев А.К., Чупраков И.А.</i> Исследование процессов термической обработки порошковых сталей.....	108
<i>Динейхан М., Жаугашева С.А., Сайдуллаева Г.Г., Аманкелид А., Адильбаева Г.А., Кемелжанова С.</i> Определение ширины нелептонных и редких распадов $B(B_s)$ мезона.....	112
<i>Динейхан М., Парфенова Ю.Л., Жаугашева С.А., Исадыков А.Н., Валиолда Д.С.</i> Сверхтонкое расщепление атомных уровней и пространственная структура нейтроно-избыточных (гало) ядер.....	117
<i>Динейхан М., Жаугашева С.А., Сайдуллаева Г.Г., Кемелжанова С., Хабыл Н.</i> Вычисление формфактора $B(B_s) \rightarrow P(V)$ перехода.....	123
<i>Дьячков В.В., Юшков А.В.</i> Системно-структурный закон микромира.....	130
<i>Медетов Б.Ж., Наурызбаева А.Ж., Есерханұлы Е.</i> Схемотехническое моделирование «двухчастотной» бифуркации Хопфа.....	134
<i>Юшков А.В., Дьячков В.В., Зарипова Ю.А., Медетов Б.Ж., Наурызбаева А.Ж.</i> Вариации падающей на поверхность земли плотности потока энергии от космического излучения.....	138

<i>Медетов Б.Ж., Наурызбаева А.Ж., Ыскак А.Е.</i> Численное исследование двухчастотного режима генерации сигналов кластером автоколебательных систем.....	142
---	-----

Физика твердого тела и нелинейная физика

<i>Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А., Завацкая О.Н.</i> Теплофизические свойства металлических наноструктур.....	146
<i>Халенов О.С., Колесников В.А., Юров В.М.</i> Ионная проводимость композитных твердых электролитов.....	151
<i>Лауринас В.Ч., Завацкая О.Н., Гученко С.А., Юров В.М.</i> Влияние лазерного облучения на свойства многофазных покрытий.....	155
<i>Юров В.М., Лауринас В.Ч., Гученко С.А., Завацкая О.Н.</i> Процессы самоорганизации при формировании ионно-плазменных покрытий.....	160
<i>Гученко С.А., Юров В.М., Лауринас В.Ч., Завацкая О.Н.</i> Многофазные нанокристаллические покрытия.....	165

Теоретические и экспериментальные исследования

<i>Куралбаев З.К., Таурбекова А.А.</i> Механико-математическая модель мантийного диапиризма.....	170
<i>Копжасарова А.А., Шалданбаев А.Ш.</i> «Спектральное» разложение решений задачи Штурма–Лиувилля с неусиленно регулярными краевыми условиями.....	181
<i>Нургабыл Д.Н., Калибай А., Уаисов А.Б.</i> Сингулярно возмущенные краевые задачи, обладающие явлениями начального скачка по независимой переменной.....	184
<i>Шалданбаев А.Ш., Тенгаева А.А.</i> Критерий самосопряженности оператора Штурма–Лиувилля.....	191
<i>Жарекешев И.Х.</i> Левитация электронного спектра и глобальная фазовая диаграмма квантового эффекта Холла.....	195
<i>Мусатирова Г.Д., Тергеусизова А.С.</i> Исследование влияния помех в низковольтных PLC.....	200
<i>Асилбеков Б.К., Карымсакова Н.Т.</i> Исследование процесса вытеснений нефти из низкопроницаемого пласта с водой радиальными высокопроницаемыми каналами.....	207
<i>Баймухаметов А.А., Мартынов Н.И., Рамазанова М.А., Танирбергенев А.Г., Чупрасов А.А.</i> Нефтегазовые коллекторы в условиях солянокупольной тектоники.....	212
<i>Бахтаев Ш.А., Тойгожинова А.Ж.</i> Конструкция озонатора, работающего при пониженном давлении атмосферного воздуха.....	221
<i>Татенов А.М., Аскарлова Ш.М., Малайсарова Ж.Ж., Габиденкызы А., Молгаждарова Н.Е.</i> Виртуально-интерактивная информационная технология в моделировании образовательных процессов и в моделировании, исследовании процессов прикладных задач науки.....	225
<i>Сураган Д.</i> Задача на собственные значения и на собственные функции объемного потенциала для сферы.....	232
<i>Сураган Д.</i> Решение задачи о точном переносе условий излучения Зоммерфельда на границу ограниченной области в пространстве.....	237

CONTENTS

Review reports

<i>Takibayev N.Zh.</i> Nonlinear interactions in neutron star envelopes.....	4
--	---

Theoretical physics

<i>Sarsembayeva A.T., Aikawa M., Takibayev N.Zh., Kurmangalieva V.O., Takibayeva M.N., Abishev M.E., Nasirova D.M.</i> Foundation of the central Asian nuclear reaction database.....	12
<i>Asaka K., D'Adda A., Kawamoto N., Kondo Y.</i> Exact Lattice Supersymmetry at the Quantum Level for $N = 2$ Wess-Zumino models in Lower Dimensions.....	18
<i>Takibayev N.Zh., Nassirova D.M., Takibaeyva M.N., Nusipaliyeva M.A.</i> On degenerate electron Fermi liquid in the nuclei of white dwarfs.....	24
<i>Zhumabekova V.N., Takibayev N.Zh., Spanova G.A., Nusipaliyeva M.A., Karsybayev B.T.</i> Physical peculiarities of the beryllium metallic reflectors.....	28
<i>Baktybaev K., Dalelkhankyzy A., Baktybaev M.K.</i> Fermions based on the model of interacting bosons.....	31
<i>Nusipaliyeva M.A., Nasirova D.M., Takibayeva M.N.</i> About nuclear reactions in crusts of neutron stars.....	35
<i>Temirov B.K.</i> Oscillations of solutions of the fifth order finite-difference integro-differential equations with integral term.....	39
<i>Kenzhebaev N.B., Hasanov M.K.</i> About coherent and incoherent scattering of thermal neutrons on beryllium.....	43

Physics of plasma, gases and liquids

<i>Arkhipov Yu.V., Ashikbayeva A.B., Askaruly A., Conde L., Davletov A.E., Tkachenko I.M.</i> On the collisional one-component plasma dielectric function.....	46
<i>Davletov A. E., Yerimbetova L. T., Ospanova A. K.</i> Static structure factor of macro particles in a dusty plasma.....	51
<i>Dzhumagulova K.N., Masheeva R.U.</i> Oscillations of the dust particles in the gas discharge plasmas.....	56
<i>Muratov M.M., Ramazanov T.S., Dzhumagulova K.N.</i> The diagnostics of dusty plasma on the basis of experimental microscopic properties.....	61
<i>Dzhumagulova K.N., Gabdullina G.L., Shalenov E.O.</i> The differential cross sections for electron scattering semiclassical plasma subject to dynamic screening.....	65
<i>Zhukeshov A.M., Gabdullyna A.T., Amrenova A.U., Pak S.P., Moldabekov Zh., Mukhamedryskyzy M., Kaybar A.</i> For a pulsed plasma influence on surface of stainless steel.....	71
<i>Dzhumagulova K.N., Masheeva R.U.</i> Scaling formulas for the diffusion coefficient of the dust component complex plasma.....	75
<i>Ashkaliyev Ya.F., Kim A.S., Mukasheva S.N., Nurgaliyeva K.E., Sokolova O.I.</i> Investigation of local disturbances in geomagnetic field parameters variations at the period of activation of seismic processes.....	80

Nuclear physics and elementary particles

<i>Baktybaev K., Ramankulov K.E., Koilyk N.O., Dalelkhankyzy A., Baktybaev M.K.</i> Boson mapping of the fermion dynamical – symmetrical model.....	85
<i>Gaitinov A.Sh., Lebedeva A.I., Lebedev I.A.</i> Research of multiparticle correlations in interactions of 10.7 AGeV gold nuclei and 158 AGeV lead nuclei with photoemulsion nuclei.....	91
<i>Dineykhon M., Sumin V.V., Aznabaev D.T., Bekbaev A.K., Shuprakov I., Toksaba Zh.</i> Study of microstresses and phase composition hard alloy T30K4 with neutron diffraction method.....	96
<i>Dineykhon M., Sumin V.V., Aznabaev D.T., Janseitov D.M., Muxametuly B., Daulbaev Sh.</i> Neutron Fourier Diffractometer FSD for Residual Stress Studies in Materials and Industrial Components.....	102
<i>Dineykhon M., Sumin V.V., Aznabaev D.T., Muxametuly B., Bekbaev A.K., Chuprakov I.</i> Investigation of thermal processing of powder steels.....	108
<i>Dineykhon M., Zhaugasheva S.A., Saidullaeva G.G., Amankelid A., Adilbaeva G.A., Kemelzhanova S.</i> Determination of the width the non-leptonic and rare decays of B (BS) meson.....	112
<i>Dineykhon M., Parfenova Yu.L., Zhaugasheva S.A., Issadykov A.N., Valiolda D.S.</i> Hyperfine splitting of the atomic energy levels and spatial structure of neutron-rich (halo) nuclei.....	117
<i>Dineykhon M., Zhaugasheva S.A., Saidullaeva G.G., Kemelzhanova S.E., Habyt N.</i> The calculation of the $B(B_s) \rightarrow P(V)$ transition form factor.....	123
<i>Dyachkov V.V., Yushkov A.V.</i> Systematic and structural laws of the microworld.....	130
<i>Medetov B., Naurzabayeva A., Yskak A.</i> Numerical analysis of dual-frequency signal generation by clusters of oscillating systems.....	134
<i>Yushkov A.V., Dyachkov V.V., Zaripova Yu.A., Medetov B.Zh., Naurzabayeva A.Zh.</i> Variations of energy flux density fallihg on the earth's surface from cosmic rays.....	138
<i>Medetov B., Naurzabayeva A., Eserkhanuly E.</i> Circuit simulation of «two-frequency» hopf bifurcation.....	142

Solid-state physics and nonlinear physics

<i>Jurov V.M., Laurinas V.Ch., Guchenko S.A., Zavatskaja O.N.</i> Thermal properties of metal nanostructures.....	146
<i>Khalenov O.S., Kolesnikov V.A., Jurov V.M.</i> Ionic conductivity of composit solid state electrolits.....	151
<i>Laurinas V.Ch., Zavatsky O.N., Guchenko S.A., Jurov V.M.</i> Influence of a laser irradiation on properties of multiphase nanostructural coverings.....	155
<i>Jurov V.M., Laurinas V.Ch., Guchenko S.A., Zavatskaja O.N.</i> Self-organising processes at formation Ionic-plasma Coverings.....	160
<i>Guchenko S.A., Jurov V.M., Laurinas V.Ch., Zavatskaja O.N.</i> Multiphase crystal coverings.....	165

Theoretical and experimental researches

<i>Kuralbayev Z.K., Taurbekova A.A.</i> Mechanical-mathematical modeling of mantle diapirism.....	170
<i>Kopzhasarova A.A., Shaldanbayev A.Sh.</i> The «spectral» solution expansion of the Sturm–Liouville problem with not strongly regular boundary conditions.....	181
<i>Nurgabyl D.N., Kalibay A., Uaissov A.B.</i> Singularly perturbed boundary-value problems possessing the phenomena of initial jump on independent of the variable.....	184
<i>Shaldanbaev A.Sh., Tengaeva A.A.</i> Criterion of self-adjoint Sturm–Liouville.....	191
<i>Zharekeshev I.Kh.</i> Levitation of the electron spectrum and global phase diagram of the quantum Hall effect.....	195
<i>Musapirova G.D., Tergeusizova A.S.</i> Study of the effect of noise in low voltage PLC networks.....	200
<i>Assilbekov B.K., Karymsakova N.T.</i> Study of oil displacement process from the low-permeability water shelf by the radial high-permeable channels.....	207
<i>Bajmuhametov A.A., Martynov N.I., Ramazanova M.A., Tanirbergenov A.G., Chuprassov A.A.</i> Oil-and-gas collectors in salt-dome tectonics.....	212
<i>Bahtaev S.A., Toygozhinova A.J.</i> Construction ozonator operates at reduced air pressure.....	221
<i>Tatenov A.M., Askarova Sh.M., Malaisarova Zh.Zh., Gabidenkyzy A., Molgazhdarova N.</i> Virtual and interactive information technology in modeling of educational processes and in modeling, researches of processes of applied problems of a science.....	225
<i>Suragan D.</i> Eigenvalue and eigenfunction problems of the volume potential in a sphere.....	232
<i>Suragan D.</i> The solution of explicit translation of Sommerfeld radiation conditions problem on bound of bounded domain in a space.....	237

Редактор *М. С. Ахметова, Ж. М. Нургожина*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 20.04.2013.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
15,7 п.л. Тираж 3000. Заказ 2.