

MİKRODÜNYANIN “QEYRİ-SƏLİS” MAHİYYƏTİNİN DƏRK EDİLMƏSİNDƏ MAKS PLANK VƏ BOLTSMANNIN KOMPLEKSİYONLARI: ARİSTOTEL VƏ LÜTFİ ZADƏ MƏNTİQLƏRİ

E.A. İSAYEVA

Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
Fizika İnstitutu AZ1143, Bakı ş., H.Cavid pr.,131
e-mail: EAIsaeva@mail.ru

Bu işdə mikrokosmosun mahiyyətinə daha dərindən nəzər salmaqla mütləq qara cismin şüalanması, Lütifizadənin qeyri-səlis çoxluqlar (QSC) nəzəriyyəsində qeyri-adi kvant məntiqinin qeyri-səlis məntiqlə əlaqəsinə baxılır. Maks Plank və Boltsmannın kompleksion anlayışları bu məsələdə fayda verir.

Açar sözlər: Məntiq, mütləq qara cismin şüalanması, sərbəstlik dərəcəsi
PACS: 72.80.Rj, 73.25.+i, 73.61.Wp

GİRİŞ

Bu işdə, Lorentzin “Physics-USpekhi” (1926) jurnalındakı məqaləsi bizə statistikanın köhnə suallarına, Boltsmann kompleksionları və Plankın kvant nəzəriyyəsinə yeni şəkildə baxmağa imkan verdi.

Bildiyiniz kimi, Maks Plank tərəfindən qara cisim şüalanmasının tədqiqi kvant dünyasına qapı oldu. Klassik fizika ilə yanaşı, kombinatorikanın da ona xidmət etdiyi vurğulanmır.

Kirxgof kəşf etdiyi kimi, məlumdur ki, mütləq qara şüalanmanın enerji sıxlığı cismin xüsusiyyətlərindən asılı deyil, yalnız T temperatur və λ dalğa uzunluğundan asılıdır. Boltzmann bu temperaturu şüalanma enerjisi ilə əlaqələndirdi $E = \sigma T^4$ (Stefan-Boltzman qanunu). Win isə bu temperaturu həm də şüanın dalğa uzunluğu ilə əlaqələndirdi, $\lambda_{max}T = const$. Enerjini E eyni zamanda həm temperatur, həm də dalğa uzunluğu ilə birləşdirən bir düstur vermək lazım idi. Elə görünürdü ki, nəzəriyyəçilərin bu son məsələsi klassik fizika çərçivəsində problemsiz həll olunacaq. Amma məlum oldu ki, belə deyil.

Mexanikadan sərbəstlik dərəcələri üzrə enerjinin vahid paylanması qanununu hər kəs bilir. Sərbəstlik dərəcələrinin sayı cismin mövqeyini tam müəyyən etmək üçün lazım olan ən kiçik müstəqil koordinat sayı kimi başa düşülür. Beləliklə, ideal qazdakı bir molekul üçün Boltzmann enerjinin sərbəstlik dərəcələri üzrə vahid paylanması qanununu verdi - bu, molekulun hər bir sərbəstlik dərəcəsi üçün orta hesabla $kT/2$ - enerjiyə malikdir. Amma dalğa üçün bu sərbəstlik dərəcələri k dalğa ədədi deməkdir, yəni 2π intervalına nə qədər dalğa uzunluğu yerləşir, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$. Qısa dalğalar üçün k böyükdür, yəni qısa dalğa çox sayda vibrasiya sərbəstlik dərəcəsinə malikdir.

Boltzmannın müəyyən etdiyi kimi, $kT/2$ eyni enerji hər dərəcəyə düşürsə, o zaman ultrabənövşəyi fəlakət (UB) Reyleigh-Jeans düsturunda əks olunur. UB – tamamilə qara cismin sonsuz parlaqlığıdır, lakin təcürbədə müşahidə edilmir. Plankın izah etdiyi kimi, bunun səbəbi qısa dalğanın bütün sərbəstlik dərəcələrinin şüalanma üçün enerji almamasıdır. Beləliklə, hər bir atom müxtəlif uzunluqlu və tezlikli dalğalar yayır ki, bu

da Planka xətti vibratorları, və ya Plank rezonatorlarını müqayisə etməyə imkan verir. Onların hər birinin müəyyən rəqs rəqəmi var -bunlar sürətli və ya yavaş rəqslərdir. Hər bir rezonator həm də məlum elektrik yükünü daşıyır və titrəyərək elektromaqnit dalğalarını şüalandırır və udur. Beləliklə, tamamilə qara cismin boşluğunun daxilindəki şüa enerjisi sahəsi rezonatorlarla qarşılıqlı təsirə girir. Verilmiş T temperaturda bütün rezonatorlar eyni istilik enerjisini alırlar. Amma qara cismin boşluğunun içindəki parlaq enerjiyə gəlincə, mənzərə fərqlidir. Elektrodinamikadan bildiyimiz kimi, rezonatorun rəqs tezliyi nə qədər yüksək olarsa, onun şüalanma tezliyi də bir o qədər yüksək olar. Bu zaman vibrator öz enerjisini itirir. Ancaq eyni zamanda, mövcud şüalar rezonatorun rəqsinə səbəb də ola bilər, onun hərəkətini gücləndirə bilər. Ümumiyyətlə desək, rezonatorun enerjisi U zamanla arta və ya azala bilər. Klassik fizikada termodinamik sərhətin özü rezonator enerjisi U üçün orta qiymət tələb edir, çünki proseslərin bütün təsadüfi dəyişən detalları öyrənilmir.

Əgər rezonatorun sərbəstlik dərəcələri üzrə enerjinin vahid paylanması olarsa, bu orta U enerji mümkündür. Lakin, Plankın dediyi kimi: “mikrokosmosun “makroskopik” müşahidəsi vaxtı t , rezonatorun rəqs proseslərinin bir çox dövrlərini əhatə edə bilsə də, lakin bununla belə, əgər enerjinin sərbəstlik dərəcələri üzrə vahid paylanması yoxdursa, bu zaman intervalı t , o qədər kiçikdir ki, bu interval ərzində müşahidə olunan kəmiyyətlərin məruz qaldığı dəyişikliklərə laqeyd qalır”. Məsələn, müşahidə olunan radiasiya sahəsi. Biz rezonatorun özünü deyil, onun yaydığı şüanı müşahidə edirik. Daha doğrusu, bir çox rezonatorlardan N olan şüaları müşahidə edirik. Bu şüaların enerjisinin fərqliliyində Plank xaos, nizamsızlıq, S sisteminin entropiyasını görür. Məşhur

$$dU=TdS \quad (1)$$

düsturundan istifadə etməklə biz şüalanma enerjisini da analiz edə bilərik.

Plank qeyd edir ki, nə qədər yaxşıdır ki istilik tarazlığında onların N rezonatorun ümumi entropiyasının $S_N=NS$ artması, onların ümumi enerjisini $U_N=NU$ ar-

tırır. Bu, ona $dNU=TdNS$ keçidi verir. Beləliklə, kaos S var, ümumi enerjisi U_N olan N rezonatorlar çoxluğu var və bunun W termodinamik ehtimalını tapmaq lazımdır. Termodinamik ehtimalı W tapandan sonra Boltzman prinsipindən istifadə etməklə, rezonatorlar sisteminin S entropiyası tapılır.

$$S=k\log W \quad (2)$$

burada, W statistik çəki də adlanır. Çox adam bilmir ki, W öz tarixini Boltzmann kompleksionları ilə başlayır.

KOMPLEKSİONLAR. BU NƏDİR?

"Complexion" sözü ingilis dilindən tərcümədə "dəri" deməkdir. Cihazın fərqləndirdiyi E enerjisini biz N atomlu sistemin vəziyyəti adlandırırıq və bu sistemin "üzü"dür, yəni bütün N-dən K-nin hansı hissəsi prosesdə iştirak edir ki, bu da özünü göstərir. Amma N-dən K-nin neçə belə kombinasiyası eyni "sifətin" müxtəlif "rəngləri"dir ki, Boltzmann rənglərin sayını kompleksion sayı adlandırır. Bu gün fiziklər bu rəqəmi degenerasiya dərəcəsi, statistik çəki və ya termodinamik ehtimal W adlandırır. Statistik çəki W sistemin entropiyasını $S=k\log W$ təyin edir. Bildiyimiz kimi, sistemin enerjisi entropiyadan asılıdır, $dU=TdS$. Boltzmann üçün onun kompleksionları - təkrar olunmayan kanbinezondur:

$$C_N^k = \frac{N!}{k!(N-k)!}, \quad (3)$$

Boltzmann üçün bir enerji dəyəri var, yəni N-dən K molekulanın malik ola biləcəyi bir növ keyfiyyəti. Məsələn, K sayda molekula, $h_{\alpha+}$, verilmiş enerjiyə malikdir, lakin $(N-k)$, yox-. Aristotelin klassik iki qiymətli məntiqi baxımından nə qədər " $h_{\alpha+}$ ", nə qədər " $yox -$ ". Əgər Boltzman obyektin başqa "keyfiyyətləri" ilə də maraqlansaydı, yəni " $yox -$ " vəziyyətində N atomlarından l, m, .. atomları daha hansı enerji u_2, u_3, u_4, \dots almışdır, onda burada təkrarları olan permutasiya L kombinator düsturundan istifadə edərdi:

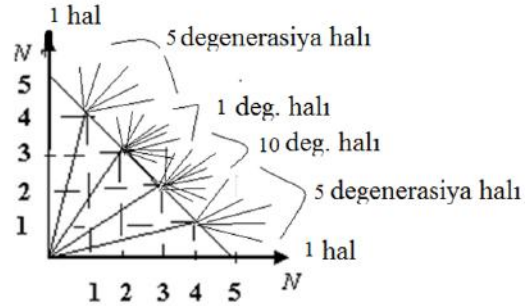
$$L_N^{k,l,m,\dots} = \frac{N!}{k!l!m! \dots}, \quad (4)$$

Bu, Boltzmanı maraqlandırmırdı, amma, Gibbsi maraqlandırdı. Məhz buna görə də Gibbs hesab edir ki, C_N^k təkrarları olmayan kanbinezon yox-, yəni $L_N^{k,l,m,\dots}$ təkrarları olan permutasiyalar termodinamik ehtimal və ya statistik çəkidir. Bunlar Gibbs üçün onun kompleksionlarıdır. İki dəyərli məntiqi qüvvədə qalır. Lakin, Boltzmanın tərəfini tutan Plank Gibbsin yanaşmasının yanlışlığını gördü.

Atomlar dünyası - bu bizim üçün görünməz bir dünyadır, atomlar eynidir, fərqlənməzdilər. Buna görə Plank üçün üç kombinator ölçülərdən - permutasiya, aranjeman və kanbinezondan - yalnız təkrarları olunan kanbinezon qalır:

$$A_P^N = C_{N+P-1}^N = \frac{(N+P-1)!}{(P-1)!N!} \quad (5)$$

O, bizə deyir ki, bir sistemin neçə vəziyyətə yəni enerjiyə malik olacağını bilmək bizə vacibdir. P-nin mənası odur ki, biz atomun keyfiyyətlərini elan edirik - bu, $E_1, E_2, E_3 \dots E_p$ müxtəlif enerjilərdir P sayda.



$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!} \quad \text{- Bu degenerasiya olunan halların sayıdır}$$

N=5 olduqda degenerasiya hallarının sayı:
1+5+10+10+5+1=32=2^5.

Şəkil 1.

Deməli, P rəqəmi cismin, "keyfiyyətlərinin" sayıdır, N sayı isə atomların "sayı"dır. Kombinatorikada "kəmiyyət" və "keyfiyyət" kateqoriyaları bütün permutasiya, aranjeman və kanbinezonda yer tapır. Eyni "keyfiyyət" eyni zamanda obyektlərin bütün sayında ola bilər, lakin əksinə ola bilməz, bir obyekt eyni zamanda bütün "keyfiyyətlərə" malik ola bilməz. Gördüyümüz kimi, Aristotelin iki dəyərli məntiqi klassik kombinatorikada mövcuddur. Sadəcə olaraq soruşmaq lazımdır ki, bu digər "yox" halı nədir, onda iki dəyərli məntiqi çərçivəsindən kənara çıxma bilərsiniz. Amma elə deyil. "Keyfiyyətlərinin" sayı P artır, lakin qadağa qalır, hansı bir atomda müəyyən bir zaman anında yalnız bir "keyfiyyət" ola bilər. Soruşuruq: "Hə, yoxsa yox, bu atom bu keyfiyyətə malikdir, h_{α} ya yox?". Bir çox atom eyni anda bir keyfiyyətə malik ola bilər, əksinə deyil, bir atom eyni anda bir çox keyfiyyətə malik ola bilməz.

Kanbinezondan sonra bir-birindən fərqlənməz atomlar üçün onların yerləşdirilməsi (aranjemanları) və dəyişdirilməsi (permutasiyaları) məsələsinin mənası yoxdur. Boltzmann və Plank məhz buna inanırdılar. Amma, Boltzmann üçün təkrar olunmayan kanbinezon C_N^k (formula 2) olarsa, Plank üçün təkrar olunan kanbinezon A_P^N (formula 3) olur. Plankın A_P^N -sindən Boltzmann birini seçir və bu hall üçün degenerasiya mənasını tapır - bunlar təkrarı olmayan kanbinezonlardı, yəni kompleksionların saylarıdır. Boltzmann eyni hissəciklərə malik gözə görünməz mikrokosmos üçün təkrar olunmayan kanbinezonlardan istifadə edir. "Mən bir obyekt seçmişəm, o, artıq mənim tərəfimdən qeyd olunub və təkrarsız oldu", - Boltzmann belə düşünür. O hər birini ayrıca sistemin istənilən vəziyyətini nəzərdən keçirə bilər, çünki enerjinin sərbəstlik dərəcələri üzrə vahid paylanması mövcuddur. O, seçilmiş vəziyyətinin yalnız içindəki kaosu, degenerasiyanın, yəni kompleksionların sayını müəyyən etməlidir (şəkil 1-də, bütün degenerasiya halları). Atomların sayından asılı olmayaraq, hər bir kompleksionun yaşamaq, enerjinin bərabər hissəsini almaq şansı var. Böyük bir sistemdəki böyük kaos səbəbiylə sistemin enerjisi məhz orada daha güclü şəkildə dəyişəcək $dU=TdS$. Bolts-

mann öz sistemlərinin öyrənilməsinə belə yanaşır. Amma, Plank üçün xaos ən əvvəldən, təkrarlanan kanbinezonlardan başlayır. Əlbəttə, hansı sistem, böyük və ya kiçik olması - rol oynayır. Rezonatorlar enerjini necə alacaqlar, hamısını və ya heç birini, birini, ya ikisini, ... və s. – bunlar hamısı təkrarlanan kanbinezonlardır (formula 5). Plankı da bu – nə qədər belə variantlar olacaq maraqlandırır, amma Boltzmanı yox. Çünki Boltzmanın klassik mikrodünyasında obyektlər fərqlənə bilər, lakin Plankın kvant dünyasında obyektlər, atomlar prinsipial olaraq fərqlənməzdilər. Bu Plankın vizionu çox faydalı oldu.

İdeal kvant qazının molekullarının paylanmasını əldə etməkdə Bose-Einsteinə yalnız Plankın təkrarlanan kanbinezonları faydalı oldu. İ.G.Tamm məqaləsində məhz bunu deyir: “Molekulların fərdiləşdirilməsindən imtina haqqında Plankın ideyasının ardıcıl tətbiqi qaçılmaz olaraq Bose-Einstein nəzəriyyəsinə gətirib çıxarır və onda qəbul edilmiş statistik çəki W düsturu dərin fiziki mənə daşıyır, və maddənin təbiəti ilə bağlı fundamental fikirlərə köklü şəkildə yenidən baxılması ehtiyacını doğurur”. Bu statistik çəki W düsturu Plankın təkrarlanan kanbinezonlarıdır:

$$W = A_P^N = C_{N+P-1}^N = \frac{(N+P-1)!}{(P-1)!N!} \quad (5.1)$$

Bu hamısı kombinator formulalar Aristotelin səlis iki vahidli məntiqi üzərində dayanıblar.

Lakin öz qğara cisimi üçün Plank daha da dərin fikirləşərək bu formulada (5.1) N - nən P –nin yerini dəyişdirərək daha dərin mənaya bizi aparır.

$$W = A_N^P = C_{N+P-1}^P = \frac{(N+P-1)!}{(N-1)!P!} \quad (6)$$

Yuxarıda deyilənlər öz yerində qalır. Mikrobyektlər fərqlənməzdilər, qara cisimdə enerji bərabər paylanmır, qısa dalğalı rezonatorlardan hamısı bu enerjiddən almır. Bunlar qalır, amma əlavə olunur makroskopik müşahidəçinin mikrodünyada müşahidə zamanı t . Bu zaman kiçik olduğuna görə biz rezonatorun öz orta enerjisinə malik olduğunu görə bilmirik, bilsəydik bu enerji U – ya bərabər olardı və N rezonator üçün $U_N=NU$ olardı. Lakin Plank dediyinə görə: “Rezonatorun enerjisi U kiçilir və böyüyür, lakin termodinamika prinsipində U orta dəyər kimi götürülür. Amma bizim makroskopik müşahidə zamanımız çox kiçik olduğuna görə biz bunu edə bilmirik və bunda xaos, entropiya anlayışına gəlməliyik”. Bir rezonatorun orta enerji yox, eyni zamanda bir neçə sayda kvant enerjisi

$\varepsilon : U=A\varepsilon$. Bu, yeni anlayış səviyyəsinə keçid deməkdir ki, bu mikro-obyekt eyni vaxtda $1\varepsilon, 2\varepsilon, 3\varepsilon, \dots$ enerjilərinə sahib ola bilər. Hegel öz “Məntiq” kitabında yazırdı ki, bizim dünyanı anlamaq üçün 3 kategoriya var: Kəmiyyət, keyfiyyət və ölçü. Ölçü - keyfiyyətli kəmiyyətdir. Burada biz hansısa bir orta keyfiyyətdən deyirik, keyfiyyətin fluktuasiyaları az olmalıdır. Lakin bu olmayanda ölçü itir və dünyanın mahiyyəti itir. Bu o deməkdir ki, klassik dünyanın yerinə kvant dünyası gəlir. Burada kəmiyyət, keyfiyyət yerlərini dəyişərək yeni ölçü - kəmiyyətli keyfiyyət gəlir.

Plank deməyə məcbur oldu: “ U_N enerjini davamlı, çox sayda bölünə bilən kəmiyyət kimi deyil, diskret kəmiyyət kimi təsəvvür etmək lazımdır. Belə hissələrdən birini, enerji kvantı ε adlandırsaq, onda alırıq

$$U_N=NU=P\varepsilon,$$

burada P tam ədəddir, ümumiyyətlə desək, böyük rəqəmdir, halbuki biz ε dəyəri məsələsini hələlik açıq qoyuruq”. Bu Plankın mövqeyində kvant nəzəriyyəsinin əsası dayanır. Amma Plank bunu bəyənmirdi. ε bölünməz bərabər enerji kvantı anlayışı onun üçün çox süni idi.

Niyə P böyük rəqəmdir? Çünki $P=A*N$, və N ümumi bu ε kvant enerjisini daşıyan rezonatorların çox olduğu saydır. Niyə ε bərabər olmalıdır, yəni $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \dots$ kvantları yox, amma eyni $1\varepsilon, 2\varepsilon, 3\varepsilon, \dots$ Buna səbəb, yeni ölçü - kəmiyyətli keyfiyyət ortaya çıxıb, onun adı kvant enerjisidir. Buna görə də, yeni fizika – kvant fizikası gəlir. Klassik fizikadan çox fərqli olduğuna görə o özünə ad qazanır. Klassik fizikada cismin superpozisiya vəziyyətinə, yəni eyni zamanda iki fərqli vəziyyətdə olmasına, rast gəlinirmi? Heyzenbergin geyri-müəyyənlik prinsipləri, Şredinger pişiyinin eyni zamanda sağ və ölü olmağı bizim klassik aristotel məntiqinə sığa bilirmi? Əlbəttə, yox. Bu suallardan qabaq Plank var idi və onun gecə-gündüz düşündüyü problem var idi – mütləq qara cismin şüalanması.

NƏTİCƏ

Adi klassik Aristotel məntiqi çərçivəsinə sığmaz idi Plankın bu $U_N=P\varepsilon$ kvant nəzəriyyəsinin əsası. Ona görə də Plank heç sevmədi özünün bu kvant nəzəriyyəsinə. Lakin Lütfi Zadənin qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinə qeyri-səlis məntiq çərçivəsinə Plankın dəyərli düşüncələri sığardı çünki, bu yeni paradıqmadır. Burada Lütfizadə ehtimal ölçüdə fərqli olaraq mümkünlük ölçüsünə baxır və bu bizə mikrobyektdə halların superpozisiyasına malik olmağına imkan verir.

- [1] G.A.Lorents. «Макс Планк и теория квантов», UFN (УФН), 1926, том 6, 2, səh. 118-146
- [2] N.Y.Vilenkin. «Комбинаторика». Изд. Наука 1969. 323 səh. (rus dilində)
- [3] L.Zade. «Fuzzy Sets». Information and Control Journal, 1965, 8, p.338 – 353.
- [4] İ.G.Tamm. «Новые принципы статистической механики Бозе-Эйнштейна в связи с

вопросом о физической природе материи» UFN (УФН), 1926, том 6, 2, səh. 112- 141.

- [5] E.A.İsayeva. “Human perception of Physical Experiment and the Simplex Interpretation of Quantum Mechanics”, Progress in Physics, 2008, №1, pp.47-52.
- [6] E.A. İsayeva. “On the Necessity of Aprioristic Thinking in Physics”, Progress in Physics, 2008, №3, p.84 -86.

- [7] *E.A. İsayeva*. “The Perception of Micro-and Macrocosms and the Conception of Number in Physics, Quantum Mechanics” Nova Science Publishing, USA, 2011, Editors: Jonathan P. Groffe, pp. 353-362.
- [8] *E.A. İsayeva*. “Запутанность в шредингеровском эксперименте”, Письма в ЭЧАЯ, 2007, т.4, №2(138), с. 312-318
- [9] *E.A. İsayeva*. “Rational Thinking and Reasonable Thinking in Physics: The Einstein’s Relativity Theory as achievement of reasonable thinking”. International Scientific Conference “Physical Interpretations of Relativity Theory”, PIRT-2017, Bauman Technical University, Moscow, 3 – 6July, 2017, p.69
- [10] *E.A. İsayeva*. “The role of fluctuations in artificial intelligence from Zadeh’s fuzzy sets point of view”, IFAC Paper on Line, 51-30, p.812-815, 2018.