

Topoloji dəyişikliklər ərəfəsində

Müəssisimiz Azərbaycan Respublikasının elm sahəsində Dövlət Mükafatına layiq görülmüş "Materiyanın yeni kvant halı - antiferromagnet topoloji izolyator: dizayn, esas elektron xassələri və tətbiq perspektivləri" mövzusunda məqalələr toplusunun həmmüəllifi, AMEA Fizika İnstitutunun direktoru, akademik Nazim Məmmədovdur.



- Nazim müəllim, Azərbaycan Respublikasının Dövlət Mükafatına layiq görülməyiniz nisbətən Sizi və əməkdaşlarınızı ürəkdan təbrik edirik. Xahiş edirəm hazırda məşğul olduğunuz kondensə olunmuş materiyanın kvant-hal fizikasının indiki vəziyyəti, onun müasir informasiya texnologiyalarında tətbiqi və qarşıda duran problemlərdən qısaca da olsa "Elm" qəzetinin oxucularına məlumat verəsiniz.

- Buxar müəhrikinin kaşfi ilə bağlı birinci elmi-texniki inqilab dövründən bəşəriyyət elm və texnologiyaların tərəqqi inkişaf şəraitində irəliləyir. Bz artıq, məqsədi təkca texniki məhdudiyyətləri deyil, həm də fizikanın bugünkü texnologiyaya qoyduğu prinsipial məhdudiyyətlərlə bağlı maneələri aradan qaldırmalı olan dördüncü elmi-texniki inqilab dövründə yaşayırıq. Buna misal olaraq, informasiya texnologiyalarının göstərmək olar ki, onların inkişafı, fiziklərin 2000-ci ildə Nobel mükafatına layiq görülən kompüterləri yaratdığı və Avropa Beynəlxalq Nəva Tədqiqatları Mərkəzində (CERN) İnternetin ixtirası vaxtından geniş miqyas almışdır.

Bu gün müasir elmi-texniki inqilabın tərkib hissəsi olan paralel hesablaşma, bulud və göl texnologiyaları, ümumiyyətlə müasir paylanmış hesablaşma sistemləri ilə bağlı məsələlər mövcud texniki maneələri kifayət qədər ötür keçməyə imkan verir. Ancaq hələ də prinsipial fiziki məhdudiyyətlər nəticəsində, praktiki olaraq tükənəz hesablaşma ehtiyatları müasir hesablaşma sistemlərindən kənarəda qalır.

Bu məhdudiyyətləri aradan qaldırmaq üçün hesablaşma sistemlərinin yaradılmasına prinsipicə yeni yanaşma olmalı və onların işi üçün keyfiyyətdə daha fərqli alqoritmlər işlənməlidir.

Bu məqsədlə fiziki düşünəcə, əvvəllər müasir kompüterlərin yaradılmasında müvəffəqiyyətlə tətbiq olunan, lakin klassik alqoritmlərdə işləyən və klassik fizika qanunları çərçivəsində hesablaşma əməliyyatları aparən böyük miqdarda informasiya dəyişicisinin kvant təsviri əvəzinə, fərdi informasiya dəyişicisinin kvant təsviri və kvant alqoritmlərindən istifadəni təklif etdi.

Artıq o zaman dünya fizika cəmiyyətinə aydın oldu ki, kvant hesablaşmalarının reallaşdırılması üçün ən perspektiv yol materiyanın topoloji izolyator kimi kvant halından istifadəsidir və bu halın reallaşdığı materiallar topoloji izolyatorları adını aldı. Belə materialların səthində elektronlar qeyri-mağnit aşqarılardan və qəfəsə atomların rəqsirlərindən səpilmədən topoloji müdafiə olunurlar ki, bu da onlara öz hallarını uzun müddət dəyişmədən saxlamağa imkan yaradır. Mehz bu xassə topoloji izolyatorların, digər fiziki sistemlərə

nəzərən, kvant hesablamalarında istifadəsinə üstünlük yaradır.

Elektronun kvant halının səthdə uzunömürlürlüyü ilə yanaşı, topoloji izolyatorlarda elektronun böyük məsafə qeyri-dissipativ (enerjinin itkisiz ötürülməsi) daşınması da həyata keçir. Bu cəhət həmin materialların aşağı güclü elektron qurğularında elektrik itkisini minimuma endirməklə istifadəsinə perspektivlər açır.

- Bir qədər də başlıqlı etdiyiniz Azərbaycan qrupunun bu sahədə əldə etdiyi nailiyyətlər haqqında məlumat verməyinizi xahiş edirəm.

- Azərbaycanda həmin məsələnin ilk müzakirəsi 2 oktyabr 2013-cü ildə Milli Elmlər Akademiyasında olmuşdur. Akademik Nazim Məmmədov və onun doktorantı (indi professor) Zakir Cahangirinin "Yeni nəsil hesablaşma texnikası yaradılması üçün spin-polyarlaşmış sistemlər: topoloji izolyatorlar" məruzəsi Elmlər Akademiyasının Rəyasət Heyəti tərəfindən bəyaniləndir dəstəkləndi (Qərar H 20/1, 2 oktyabr 2013-cü il; AMEA-nın XƏBƏRLƏR MƏCMUƏSİ, 2014, cild 1, N 2, s.23-32) və bu da AMEA-nın Fizika İnstitutunda hələ 2010-cu ildə başlanmış, ilk nəticələri "Physical Review B" jurnalında 2012-ci ildə dərc olunmuş tədqiqatlarına yeni təkan verdi.

Topoloji izolyatorların alınması və hətərarfili tədqiqatı Azərbaycan alimlərinin böyük xidmətləri vardır ki, bu da nəzəri və təcrübi tədqiqatların material bazasının genişləndirilməsinə və bir neçə sinif uyğun materialların seçilməsinə imkan yaratmışdır. 2012-ci ildən 2016-cı ilədək olan müddətə Azərbaycan alimləri bu sahədə ayrıca və beynəlxalq kollaborasiya tərkibində 22 elmi iş dərc etdirmişdir. Həmin elmi işlər qeyri-mağnit topoloji izolyator sistemlərdən mağnit topoloji sistemlərə keçmək üçün fiziki və texnoloji baza yaratmışdır.

2016-cı ildə materiyanın qeyri-mağnit tipli topoloji fazasının kaşfi üçün İngiltərənin 3 aliminə fizika üzrə Nobel mükafatı verilmişdir. Bu, dünya elmi cəmiyyəti tərəfindən topoloji materiya sahəsinə və onun bəşəriyyət üçün dəyərinə verilən yüksək qiymətdir. Belə qiymətləndirmə öz növbəsində, nəzəri olaraq mümkün, amma təcrübi cəhətdən kifayət qədər külyali mağnit topoloji sistemlərin axtarışına stimül yaratdı. Məsələ burasındadır ki, mağnit sahəsinin daxil edilməsi topoloji sistem simmetriyasının zaman çevrilməsinə görə pozulmasına gətirir və səthi elektron hallarının səpilmədən topoloji mühafizəsi aradan qalxır. Başqa sözlə, material topoloji trivial olur. Bunun qarşısını almaq üçün sistem simmetriya xassələrinin xüsusi uyğunlaşdırılması lazımdır. Başqa sözlə, qeyri-trivial topoloji halın reallaşması üçün iki məlləm şərtə əlavə olaraq sistemdə, həmçinin mağnit nizamlılığı və sət şəkildə və

rilmiş simmetriya da olmalıdır. Bununla yanaşı, bu və ya digər materialın həcmi elektron spektrinin konkret xüsusiyyətləri ilə bağlı əlavə məhdudiyyətlər də mövcuddur. Əgər uyğun sistem sını surətdə alına bilmirsə, onun təbiətdə də olması ehtimalı çox aşağıdır. Buna baxmayaraq, elm və texnika qarşısında prinsipicə yeni imkanların açılmasını nəzərə alaraq, son üç ildə bir çox geniş tanınmış fizika mərkəzləri materiyanın mağnit topoloji halını axtarmağa davam etdilər.

Nəticədə, uğur bizim Azərbaycan qrupunun da əsas dəstə kimi daxil olduğu beynəlxalq kollaborasiyaya mənsub oldu. Həmin kollaborasiya tərəfindən böyük həcmdə iş aparıldı və bu işin zirvəsi ilk antiferromagnet topoloji izolyatorun mümkünliyünün göstərilməsi və kaşfi haqqında məşhur "Nature" jurnalında (1869-cu ildə Böyük Britaniyada yaradılmış "Nature" jurnalı hazırda dünyada ən yüksək impakt faktoruna (43-dən çox) malikdir və yalnız inqilabi xarakterli tədqiqatların nəticələrini dərc edir. Məsələn, Rentgen şüalarının, elektronun dalğa xassəsinin, DNK, pulsarlar, ozon dəliyi, klonlaşmanın mümkünüyü, insan genomunun açılması və sairin kaşfi haqqında məlumatlar ilk dəfə məhz "Nature" jurnalında dərc edilənub . A.Ş.) jurnalında dərci ilə nəticələndi. Bu dərcin arxasında kaşfin dünya elmi ictimaiyyəti tərəfindən tanınmasını təmin edən 14 yüksək səviyyəli məqalə durur.

Azərbaycan qrupunun 2017-ci ildən başlayaraq işini tam şəkildə təmin edən Azərbaycan Respublikasının Prezidenti Yanında Elmin İnkişafı Fondunun AMEA Fizika İnstitutunun bəyanalxalq "Qeyri-trivial topologiyaya malik mağnit aşqarılı yarımeqicərilərin spin-polyarlaşmış elektron struktur optik və köçürmə xassələri" (qrant EIF-BGM-4-RFTF-1/2017-21/04/1-M-02) layihəsini dəstəkləməsinə xüsusi qeyd etmək lazımdır.

- Yekunda bu kaşf haqqında nə demək istərdiniz? Mağnit topoloji izolyatorun spintronika, elektronika və kvant hesablaşmalarında geniş tətbiq imkanları nəzərə alınaraq onun kaşfi topoloji inqilabın müjdəsi hesab edilə bilərmi?

- Bu suala cavab həm sadə və həm də mürəkkəbdir. Qısaca olaraq, bu kaşf mümkün olmayanı mümkün edir. O, aşağı temperaturda duyulanı və tam kvant hadisələrini bizim otaq temperaturu klassik dünyamıza gətirir. Mehz otaq temperaturunda istilik enerjisinin üstələyən səth elektron hallarının Dirak spektri və mağnit aralığı (yarığı) ilə materiyanın topoloji mağnit kvant halı bunu etməyə imkan verir.

Təsədüfi deyil ki, topoloji izolyatorları həm də kvant materialları adlandırılır. Mağnit topoloji izolyatorlar materiyanın bu çoxfunksiyalı kvant fazasının keyfiyyətdə yeni generasiyasıdır.

Yekunda həm də vüqarla qeyd etmək istəyirik ki, Azərbaycan alimlərinin birbaşa iştirakı və böyük töhfəsi ilə kaşf olunan materiyanın yeni topoloji kvant halı Azərbaycanı qarşıda gözlənilən topoloji inqilab və kvant sənayesinin yaradılmasının müjdəçisi olan kvant materiallarının yaradılmasına və tətbiqi sahəsində ilk qabaqcıl dövlətlər sırasına qoyur.

- Müsahibəyə görə çox sağ olun.

Müsahibəni apardı: Ağahüseyn ŞÜKUROV