

<http://physicsweb.org/article/news/5/10/17>

2001/10/30

پدیده‌ی کوانتومیِ حال ابعادِ جدیدی می‌یابد

ارتباطِ بینِ فیزیکِ ماده‌ی چگال و فیزیکِ ذرات تاریخ‌چه‌ی طولانی‌یی دارد. مثلاً سازوکارِ هیگنز [1] (که تصور می‌شود جرمِ ذراتِ بنیادی را توضیح دهد) از بررسی‌های در موردِ آبرسانیِ آمد. حالا دو نظریه‌پرداز در حوزه‌ی ماده‌چگال، یک شکلِ چهاربعدی از یک پدیده‌ی دوبعدی ارائه کرده‌اند، که ممکن است چیزهایی در باره‌ی ویژه‌گی‌های بنیادیِ فضا بگوید. این پدیده‌ی دوبعدی پدیده‌ی کوانتومیِ حال [2] است، که به گسترده‌گیِ موردِ بررسیِ قرار گرفته است. کارِ شو-چنگ ژانگ [3] و جیاپینگ هو [4] از سَنفُرد یونیورسیتی [5] در کالیفرنیا و دانش‌گاهِ تُسینگهوا [6] در چین، حتا ممکن است گامِ کوچک‌ی به سوی هدفِ نهاییِ فیزیکِ نظری (نظریه‌ی کوانتومیِ گرانش) باشد [7].

ژانگ به فیزیکس‌وب [8] گفت: ”مدت‌ها است به دنبالِ تعمیمِ ی از پدیده‌ی کوانتومیِ حال در بعدهای بیش‌تر هستند، اما تاکنون موفق نبوده‌اند. ساختارِ ریاضیِ چنین مدلِ ی ممکن است ارتباطِ محکم‌ی با نظریه‌ی ریسمان داشته باشد، اما این مدل بسیار بسیار دور از یک مدلِ واقعیِ جهان است.“

بسیاری از سیستم‌های ماده‌ی چگال را می‌شود با چشم‌پوشی از برهم‌کنش‌ها یا هم‌بستگی‌های الکترون‌ها با هم، و محاسبه‌ی ویژه‌گی‌های برانگیخته‌گی‌های باردار در دریای الکترونی توصیف کرد. اما سیستم‌هایی وجود دارد که شدیداً هم‌بسته‌اند (از جمله آبرسان‌های گرم) و در آن‌ها برهم‌کنش‌های الکترونی مهم‌اند و روشِ سنتی به کار نمی‌آید. تعدادِ سیستم‌های موردِ بررسیِ از این نوع، مرتباً بیش‌تر می‌شود. در بیش‌تر این سیستم‌ها، حالتِ پایهِ نظمِ بلندبُرد دارد. پدیده‌ی کوانتومیِ حال و مایعِ لاتینجر [9] تنها مثال‌های شناخته‌شده از حالت‌های پایه‌ی کوانتومیِ بی‌نظم‌اند.

پدیده‌ی کوانتومیِ حال در سنجشِ مقاومتِ یک گازِ الکترونیِ دوبعدی در یک میدانِ

مغناطیسی دیده می‌شود. در 1980، کلاؤس فُن کلیتسینگ [10] کشف کرد وقت ی میدان مغناطیسی قوی و دما بسیار کم باشد، مقاومت این گاز کوانتیده است. پدیده‌ی کوانتیمی صحیح هال را می‌شود بدون در نظر گرفتن برهم‌کنش الکترون‌ها هم توضیح داد، اما این رهیافت سنتی برای توضیح پدیده‌ی کوانتیمی کسری هال (که در 1982 کشف شد) کار نمی‌کند. بعداً راپرت لافلین [11] این پدیده را بر اساس هم‌بسته‌گی‌های الکترونی بی که به برانگیخته‌گی‌های با بار کسری می‌انجامند، توضیح داد. مایع لاتینجر را هم می‌شود بر اساس برانگیخته‌گی‌های با بار کسری توضیح داد.

ژانگ و هو نظریه‌ی پدیده‌ی کوانتیمی هال را به چهار بعد تعمیم دادند و دریافتند معادله‌های توصیف‌کننده‌ی برانگیخته‌گی‌ها در مرز سیستم شبیه معادله‌های مکسول [12] در الکترومغناطیس کلاسیک، و نیز شکل خطی نظریه‌ی نسبیت عام آینشتین [13] است. آن‌ها ضمناً دریافتند با این برانگیخته‌گی‌ها می‌شود ذره‌های نسبیتی بی جرم (مثلی فتون و گراویتون) و نیز ذره‌های دیگری بدون مانسته‌ای در فیزیک انرژی زیاد را مدل کرد. از نتایج چنین بر می‌آید که ممکن است بشود نسبت خاص و عام را نظریه‌هایی در نظر گرفت که از کوانتم مکانیک نتیجه می‌شوند، نه نظریه‌هایی مستقل از کوانتم مکانیک.

ژانگ و هو می‌نویسند: ”این کار بسیار محدود بوده است، اما امیدواریم این چارچوب منشاء پژوهش‌های دیگری در مورد ارتباط فیزیک ماده‌ی چگال با فیزیک ذرات بنیادی شود.“

[1] Higgs

[2] Hall

[3] Shou-Cheng Zhang

[4] Jiaping Hu

[5] Stanford University

[6] Tsinghua

[7] Science **294** 823

[8] PhysicsWeb

[9] Luttinger

[10] Klaus von Klitzing

[11] Robert Laughlin

[12] Maxwell

[13] Einstein