

### شبیهسازی ی کوانتومی ی لرز

لرز یک پدیده ی کوانتومی ی نسبیتی است: یک ذره ی آزاد با اسپین یک دوم (مثل ن الکترون) سرعت ش ثابت نیست، هر چند تکانه اش ثابت است. نکته این است که بر اساس معادله ی دیرک [1]، تکانه و سرعت ذره لزومن همجهت نیستند. از هم ین معادله نتیجه میشود سرعت یک ذره ی آزاد پراثری، علاوه بر یک جمله ی ثابت یک جمله ی نوسانی دارد که بسامد ش دوبرابر انرژی تقسیم بر ثابت پلانک [2] است. با تخمین انرژی با انرژی ی سکون و دامنه ی این سرعت نوسانی با سرعت نور، نوسان ی با بسامد از مرتبه ی  $10^{21}$  Hz و دامنه ی از مرتبه ی  $10^{-13}$  m در مکان ذره به دست می آید. به این حرکت نوسانی لرز میگویند.

فعلن این بسامد و دامنه بزرگتر و کوچکتر از آن اند که قابل سنجش مستقیم باشند. اما در یک آزمایش با یک ین کلسیم به دام افتاده وضعیت ی فراهم کرده اند که معادله ی تحول حاکم بر این ین غیرنسبیتی شبیه معادله ی (نسبیتی ی) دیرک شود، و لرز این ین را دیده اند [3].

[1] Dirac

[2] Planck

[3] Nature **463** 68