

Константа на фината структура

Великият физик Волфганг Паули често казвал, че първото нещо, което ще попита дявола на онзи свят е да му обясни *константата на фината структура*. (Според някои коментатори, след като изслушал обяснението, той помислил малко и отсякъл: “Грешно!”.)

Безразмерната константа на фината структура е въведена от Арнолд Зомерфелд с формулата:

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} \approx \frac{1}{137,035\,999\,679(94)} \approx 0,007\,297\,352\,5376(50),$$

където e е елементарният електричен заряд, c – скоростта на светлината във вакуум, а \hbar – константата на Планк.

Това число се появява за пръв път при обясненията на фината структура на цветните атомни спектри, от където идва и наименованието му. Зомерфелд пръв осъзнава фундаменталното му значение. По няколко причини то играе централна роля в квантовата електродинамика.

Първо, то описва силата на електромагнитното взаимодействие. Доколкото всички заряди са целочислено кратни на елементарния, една по-голяма стойност на α би означавала по-силно привличане и отблъскване между заредените тела. Следователно α определя размерите на атомите, и фактически всичко, включително и цветовете, които наблюдаваме в природата.

Второ, само защото числото α е толкова малко имаме възможност въобще да говорим за частици. Аргументите за това са малко заплетени. Във всеки случай именно малката стойност на α дава възможност да различаваме отделните частици. Ако тази константа би била близка или по-голяма от единица, частиците биха взаимодействали толкова силно, че не би било възможно да ги наблюдаваме и въобще да говорим за тях.

Този факт води до третата причина за важноста на константата на фината структура. Доколкото тя е безразмерно число, това предполага някакъв за сега неизвестен механизъм, който фиксира стойността ѝ. От 1920 г. насам разкриването на този механизъм представлява едно от най-големите предизвикателства във физиката.

Малки промени в силата на електромагнитното привличане между електроните и протоните биха имали голям брой важни последствия. Трудно е да си представим какво би се случило с размерите на хората, с цветовете на телата, с цвета на Слънцето, с работата на компютрите и т.н., ако стойността на α бе само два пъти по-голяма. Или пък ако постепенно стане два пъти по-малка.

През 1946 г. в лекцията си при получаване на Нобеловата награда Паули повтаря твърдението, че една теория не може да претендира за пълнота, ако не е в състояние да обясни стойността на константата на фината структура. Оттогава физиците се делят на две групи: едни, които не се наемат да се занимават с това предизвикателство, и други, които нямат представа как да се заемат с него.