

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Inom kvantfältsteori, precis som inom fysik i övrigt, är modeller bara giltiga i ett begränsat energiintervall. Med andra ord, så finns det för närvarande ingen fulländad teori, utan våra matematiska ramverk är begränsade till att beskriva ett beteende över, eller under, en viss energinivå. Det som däremot finns, är mer eller mindre omfattande modeller.

Genom historien har det begränsade intervallet gång på gång expanderats. Allmän relativitetsteori expanderade intervallet för Newtons gravitationslag, icke-relativistisk kvantmekanik intervallet för klassisk mekanik, och relativistisk kvantmekanik intervallet för dess icke-relativistiska motsvarighet.

Det är däremot inte sant att en mer omfattande modell nödvändigtvis är bättre. Till exempel är det mycket smidigare att räkna ut energinivåerna hos väteatomen i kvantmekanik än i kvantfältsteori, och planetbanor fås enklare från Newtons gravitationslag än från allmän relativitetsteori. Det vill säga, på vissa längdskalor är den mer omfattande modellen onödigt komplicerad och det optimala valet för att utföra beräkningar är istället att arbeta i det enklaste möjliga ramverk som fångar all relevant fysik.

Även om man väljer att använda den förenklade modellen, är det dock fortfarande användbart av att känna till den mer omfattande teorin. Till exempel, om vi gör vår kvantmekaniska beräkning genom att ta den icke-relativistiska gränsen av kvantfältsteori, så besitter vi möjligheten att korrigera vårt svar till önskad precision, då vår mindre omfattande modell blir en funktion av parameterarna hos den mer omfattande modellen. Vi behåller på så sätt bekvämligheten av en enkel modell, men utan att förlora i noggrannhet.

Inom kvantfältsteori kallas förenklade modeller för *effektiva fältteorier*, och spelar en central roll i denna avhandling – både i dess mer, och i dess mindre, omfattande format. I dess mer omfattande form används effektiva fältteorier i ett försök att utöka det nuvarande paradigmet, den så kallade Standard Modellen, vilket länge har varit ett mål inom partikelfysiken, och i dess mindre omfattande form används fältteorier för att jämföra ens modeller med experiment. Då själva poängen med fysik är att beskriva verkligheten, är det sistnämnda användningsområdet av yttersta relevans.