

Hur Symmetrier Kan Hjälpa Fysiker Att Förenkla Datorberäkningar

Joel Johansen

I vårt vardagliga liv så stöter vi väldigt ofta på så kallade två-kroppars krafter. Dessa krafter ger upphov till en mängd olika fenomen på alla tänkbara skalor. Ett välkänt exempel är gravitations kraften, en attraktiv kraft som agerar parvis mellan alla massiva objekt och som bland annat ser till våra fötter förblir på jorden. Två-kroppars krafter binder även samman materiens beståndsdelar, nämligen, atomer. En atom består, enligt den enklaste beskrivningen, utav en positivt laddad kärna runt kring negativt laddade elektroner kretsar. Orsaken till att elektronerna kretsar kring atomkärnan är en följd av att kärnan är positivt laddad medans elektronerna är negativt laddade, därav så kommer en attraktiv elektrisk kraft att uppstå emellan dem. Likaså kommer en negativt laddad elektron att stöta bort en annan elektron på grund av att dem har samma laddning. Denna repulsion respektive attraktion är i själva verket resultatet av ett utbyte utav ytterligare en partikel, nämligen, fotonen. Denna partikel är elektromagnetismens så kallade kraftbärare: en partikel som utbyts mellan interagerande partiklar, vilket ger upphov till självaste kraften.

För att förstå detta koncept något bättre kan följande analogi vara till hjälp: föreställ er två skridskoåkare som står ansikte mot ansikte ute på en isbana, varav en håller i ett tungt bowlingklot. Då den ena skridskoåkaren kastar bowlingklotet kommer denna att impulsivt åka bakåt, och då den andre fångar bowlingklotet, kommer denna likaså att åka bakåt. Skridskoåkarna kan då efterliknas två elektroner som stöter ifrån varandra vid utbytet av en foton, där fotonen i denna analogi tar formen av ett bowlingklot.

Särskilda system utav partiklar kan även ge upphov till tre-kroppars krafter. Dessa krafter uppstår endast då tre eller flera partiklar är närvarande och, till skillnad från två-kroppars krafter, agerar gemensamt mellan tre individuella partiklar. I en motsvarande analogi kan man föreställa sig en triangel formation utav skridskoåkare där alla bär på ett bowlingklot. Om en utav skridskoåkarna kastar sitt klot till en annan skridskoåkare, så kommer båda två att åka bakåt samt deras massor att ändras. Om den skridskoåkaren som nu håller i två klot kastar ett utav dessa till den andra skridskoåkaren som endast håller i ett klot, så kommer även dessa två att röra sig bakåt, däremot inte lika fort då dem har olika massor, vilket inte hade varit möjligt om det inte fanns en tredje part som kunde bindra med ytterligare ett klot.

Att två och tre-kroppars krafter har en stor betydelse för fysiken finns det ingen tvekan om. Det kan däremot vara extremt krävande för en dator att utföra beräkningar med dessa krafter och det är därför utav stor vikt att metoder som tillåter en att minska mängden beräkningar finns tillgängliga. En sådan metod som utnyttjar symmetrier i två-kroppars krafter har nyligen utvecklats. Symmetrin i fråga är den så kallade utbytes symmetrin som uppstår i system utav partiklar där det är möjligt att byta plats på partiklarna utan att det påverkar systemet. Denna symmetrin var även närvarande i ovanstående analogier. Det hade inte ändrat dem resulterande hastigheterna och slutliga positionerna om vi fick för oss att byta plats på alla skridskoåkare innan dem kastade sina klot. I rapporten så används denna symmetri även för att förenkla beräkningar som involverar tre-kroppars krafter.

Metoden brukar även knep som vanligtvis används inom bildkomprimering. Dessa knep gör så att en viss upplösning kan väljas efter behov, där upplösning i detta fall innebär att beräkningarna utförs med en viss noggrannhet. På så sätt kan man minska mängden beräkningar som en dator behöver utföra på bekostnaden av beräkningarnas precision.

Sammanfattningsvis, både två och tre-kroppars krafter erbjuder stora utmaningar när det kommer till datorberäkningar och simuleringar av realistiska fysiska system. Denna inledning har utlagt och motiverat varför det är av stort värde att vidare utforska metoder som förenklar beräkningar innefattande tre-kroppars krafter.