

# Förord

När vi som arbetar med vetenskap – som lärare eller forskare, som kunskapsinhämtare eller kunskapsförmedlare av olika slag – ges tillfälle att dela med oss av vårt kunnande, vill vi gärna framställa vetenskapen i dess bästa dager. Vi talar om allt fysikvetenskapen lärt oss genom seklerna, alla tekniska innovationer som hade varit omöjliga utan den, om hur eleganta våra teorier är och om hur väl de stämmer överens med experiment och observationer.

Det gäller ju också att värja sig mot den underström i debatten som präglas av misstro mot vetenskap. På sociala medier och vid diverse ”alternativmässor” frodas allt från tro på andar till konspirationsteorier och astrologi. Även i etablerade medier hörs ibland röster som sprider tvivel kring de goda effekterna av vaccin eller inför klimatförändringarnas realitet. Och kommersiella krafter gör allt för att sälja (i bästa fall) verkningslös alternativmedicin, eller för att sprida illa underbyggda dieter och tvivelaktiga hälsotrender.

Så när vi står där i klassrummen, i skolan eller på universitetet, när vi ges några sekunders utrymme i ett nyhetsinslag eller när lite god populärvetenskap någon gång tillåts tränga igenom mediebruset – självklart försvarar vi vetenskapen; givetvis berättar vi om allt den lärt oss och om hur väl den stämmer. Det är vad vi måste göra. Men kanske är det ändå något viktigt som kommer bort här, en central aspekt som lätt hamnar i bakgrunden i detta ihärdiga – och nödvändiga – vetenskapsförsvar.

Eftersom vi oftast, när vi talar om vetenskap, naturligt nog talar om *det vi vet* snarare än om *det vi inte vet*, finns den uppenbara risken att vetenskapen framstår som ett färdigt system av sedan länge fastlagd kunskap – snarare än som *metod* att vinna kunskap. Ändå är det ju precis detta – att vetenskapen inte är

statisk, utan befinner sig i ständig utveckling – som skiljer den från andra kunskapssystem och gör den mer trovärdig. Att den är öppen för nya rön, att äldre hypoteser får ge vika för nya när de förra inte längre håller måttet.



Låt oss stanna upp ett slag vid detta påstående. Är vetenskapen verkligen så öppen? Någon kanske invänder att detta bara är en idealbild, att även vetenskapen – i likhet med de flesta andra sociala strukturer och samhällsfenomen – styrs av en oöverblickbar blandning av modenycker å ena sidan, och seglivade traditionella uppfattningar å den andra. Detta är sant – på relativt korta tidsskalor, inom någon generation eller så. Forskavärlden består av människor som fungerar ungefär som vem som helst. Även forskare styrs av nycker och vanor, de hakar på trender, de har sina käpphästar. När de väl fastnat för en idé är det sällsynt att de överger den, oavsett hur mycket som talar emot den. Som Max Planck, en av kvantmekanikens grundare, krasst påpekade: vetenskaplig utveckling sker inte genom att nya observationer kullkastar rådande teorier (som man kan få intrycket av från läroböcker i vetenskapsteori) utan främst genom att äldre forskare dör. Men över längre tidsskalor, över ett par forskargenerationer eller så, fungerar den vetenskapliga modellen onekligen rätt väl. Ofruktbara idéer och förlegade förklaringar överges och faller i glömska, till förmån för nya som bättre motsvarar de nya observationerna.

Och det är precis därför – för att vetenskapen inte är statisk utan föränderlig – som vi har skäl att fästa tilltro till den. Inte blind tilltro – och i synnerhet inte till alldeles färska forskningsresultat, som mycket väl inom kort kan komma att framstå på annat sätt än de gör när de just presenterats av dem som själva ligger bakom resultaten. Men vetenskapliga påståenden som har några decennier på nacken utgör oftast den kunskapskällan med högst trovärdighet i samhällets informationsflöde.

Detta – att det som gör vetenskapen trovärdig är dess formbarhet – är måhända en avancerad insikt. Särskilt i ett diskussionsklimat där det ses som ett svaghetstecken att byta ståndpunkt. Det är en otacksam uppgift att försöka göra rättvisa åt den i ett femton sekunder långt nyhetsinslag, eller i ett kort

inlägg på något socialt nätforum. Icke desto mindre tror jag det är en aspekt som förtjänar att lyftas fram oftare.



Bilden av vetenskap som färdigt kunskapsbygge förstärks även av våra läroböcker, såväl i gymnasiet som på högskolor och universitet. Det ligger i lärobokens natur att den i första hand tar upp sådant vi vet. I bästa fall berättar böckerna även om idéhistoriska landvinningar, om gamla teorier som gett vika för nya. Men framför allt handlar de förstås om dagens teorier – de som förmår beskriva verkligheten med hittills oöverträffad precision. Det är ju också det vi vill lära ut; våra läroböcker bör fokusera just på väl belagda teorier och hur de framgångsrikt förklarar tillvarons fenomen. Men återigen – risken är att den som studerar fysik ges intrycket att allt är klart, att upptäckternas tid är förbi.

Det var onekligen ett tag sedan de riktigt stora vetenskapliga omvälvningarna i början av 1900-talet. Detta var en häpnadsväckande epok. Först kom Einsteins båda relativitetsteorier, som kullkastade det Newtonska sättet att uppfatta tid och rum. Bara något decennium senare var det dags för kvantfysiken, som ryckte upp den klassiska mekanistiska världsbilden med rötterna. Vi har inte sett några så betydande teoriskiften sedan dess. Men utvecklingen inom vetenskapen har ändå fortskridit i rasande fart. Vår kunskap inom både relativitetsteori och kvantfysik har fördjupats i en grad som skulle ha fått teoriernas pionjärer att baxna. Ökade beräkningsmöjligheter och utvecklad teknik har gjort det möjligt att hantera och förstå kvantmekaniska system på helt nya sätt. Vi vet idag mycket mer om förhållandet mellan klassisk fysik och kvantfysik. Vad gäller den allmänna relativitetsteorin har det först nyligen blivit möjligt att utforska några av teorins märkligaste förutsägelser, som gravitationsvågor och svarta hål.

Den allmänna relativitetsteorin är också grunden för en hel vetenskapsgren: kosmologin. I början av 1900-talet kände vi knappt till något utanför vår egen galax och ingenting om universum i stort. Idag vet vi att Vintergatan bara är en av miljarders miljarder galaxer i ett expanderande universum, med upphov i Big Bang.

Inte heller partikelfysiken existerade i någon nämnvärd omfattning för hundra år sedan. De enda partiklar som man då kände till (av dagens kända elementarpartiklar) var elektronen och fotonen. Sedan dess har vi lärt oss om tre generationers kvarkar, om leptoner och diverse växelverkanspartiklar, liksom att varje partikelslag dessutom har sin egen antipartikel. Allt detta är sammanfattat i den så kallade standardmodellen för partikelfysik. Vi vet samtidigt att vår kunskap om partiklarnas värld är ofullständig; det finns tydliga indikationer på fysik bortom standardmodellen. Exempelvis tyder kosmologiska data på att största delen av universums materia utgörs av partiklar av ett ännu okänt slag.

Så nog har mycket hänt, även efter de båda relativitetsteoriernas och kvantfysikens tillkomst. Utvecklingen har dessutom lett till fler och djupare frågor än någonsin tidigare.



Dagens mysterier inom fysiken handlar inte enbart om Big Bang och universums expansion, om svarta hål och okänd materia. Fysikens forskningsfront skär det abstrakta rummet av känd och okänd kunskap längs flera olika ledder. Många av dessa kunskapsfronter är rätt okända utanför forskarvärlden. Hur kan den upplevda ”klassiska verkligheten” förklaras utifrån den mer fundamentala kvantfysiken? Hur ska kvantmekaniken kunna förenas med gravitationen? Hur kan olika ämnens egenskaper förklaras av fundamental fysik? Hur fungerar fysiken och materien under helt andra omständigheter är de vardagliga, som vid extrema energier, tryck eller temperaturer?

Temat för årets Kosmos är *Fysikens mysterier*. Tanken är att fokusera på några delar av fysiken där vi fortfarande saknar säkra svar, där det finns tecken på att vår nuvarande förståelse brister. Det kan handla om olika teorier som skaver mot varandra, där det är oklart om och hur de går ihop – som den klassiska fysiken och kvantfysiken; som Einsteins allmänna relativitetsteori och kvantmekaniken. Det kan handla om observationer som är svåra att förklara utifrån nuvarande modeller, experiment som antyder att dagens förståelse är ofullständig – som otvetydiga tecken på mörk materia; som oväntade egenskaper hos något så vardagligt som vatten; som allt tydligare belägg för att vårt uni-

versums expansion accelererar; som experimentdata som visar att neutrino har massa. Det kan rentav handla om frågor som vi inte ens vet har svar, frågor som vi först nyligen har kunnat börja formulera – som den om varför universum har just de egenskaper det har.



Nej, vetenskapen är inte färdig. Fysiken utgör inte ett avklarat kapitel i mänsklighetens idéutveckling. Vi lever mitt i de nya upptäckternas och den vetenskapliga utvecklingens tid. Det kosmiska pussel vi lägger växer ständigt, och med pusslet växer även dess ofärdiga kanter – den oregelbundna, uppbrutna gränsen till alla de pusselbitar som ännu inte fallit på plats, de vi ännu inte hittat eller vet om de finns.

Välkommen till det vetenskapliga äventyret!

*Sören Holst*

Redaktör för Kosmos 2019

Stockholm i november 2019