



LUND UNIVERSITY

Infallet som krökte tiden och rummet

Svensson, Bengt E Y

2015

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Svensson, B. E. Y. (2015). Infallet som krökte tiden och rummet. Svenska Dagbladet.

Total number of authors:

1

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

7: 783

Prova gratis Obegränsad tillgång till SvD

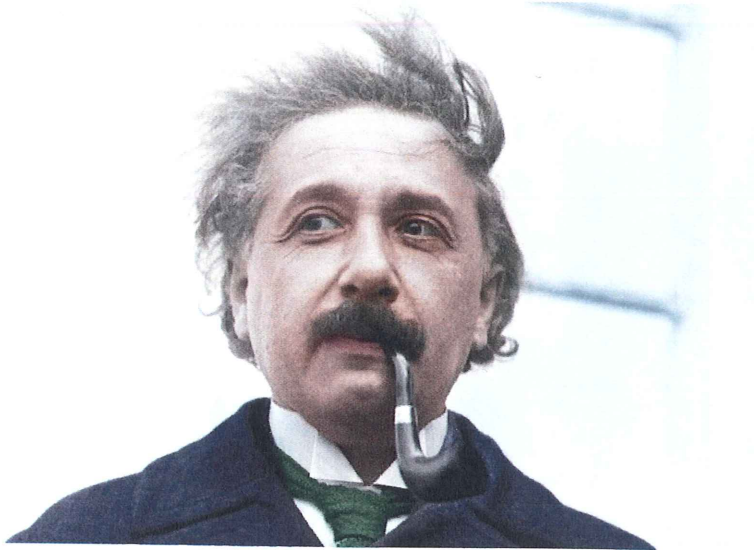
Under strecket

Bengt E Y Svensson: Infallet som krökte tiden och rummet

Av Bengt E Y Svensson
© 25 nov, 2015

f

För exakt 100 år sedan lade Albert Einstein fram sin allmänna relativitetsteori, som hävdade att rummets, och även tidens, geometri påverkas av gravitationen. Först efter hans död har teorin kunnat bekräftas genom alltmer tekniskt sofistikerade experiment.



Albert Einstein (1879–1955). Foto: AOP

I dag är det en bemerkelsedag i den moderna naturvetenskapens historia. En av grundbultarna i vår förståelse av naturen fyller 100 år. Det var nämligen den 25 november 1915 som Albert Einstein blev färdig med den sista pusselbiten i sitt storverk, den allmänna relativitetsteorin. Denna omvälvande teori, utarbetad nästan helt av Einstein ensam, är i dag en självklar och nödvändig del av vår beskrivning av världen, inte minst när det gäller hur universum är beskaffat och hur det har utvecklats. Den har prövats i otaliga experiment och astronomiska observationer, och bestått alla prövningarna med glans. Den har helt förändrat vår syn på rum och tid och vad tyngdkraft, gravitation, är. Och hur esoterisk den än kan tyckas vara så påverkar den också vårt vardagsliv: det satellitbaserade GPS-systemet för lägesbestämning skulle inte vara så noggrant som

SvD

Den allmänna teorin har sin föregångare i [den speciella](#), också den formulerad av Einstein. Han gjorde det i ett av de tyra-tem banbrytande arbeten som han skrev över en period av några månader under [sitt mirakulösa år 1905](#). Den speciella relativitetsteorin beskriver förändringar i Newtons då mer än 200 år gamla teori för rörelse, förändringar som måste göras för att kunna beskriva fenomen vid hastigheter som närmar sig ljusfarten. Teorin är dock begränsad till att gälla företeelser där man kan bortse från tyngdkraften. Och den handlar enbart om referenssystem som rör sig utan acceleration i förhållande till varandra. De resonemang och den matematik som den speciella teorin använder sig av är inte svårare än att de i dag kan förstås av en gymnasist. Någon har kännetecknat Einstein under detta mirakulösa år som en fysikens Mozart, så till synes lätt och enkelt allt verkade som.

Det var naturligtvis en stor svaghet, det insåg Einstein själv, att den speciella relativitetsteorin inte tillfredsställande kan beskriva och ta hänsyn till vare sig acceleration eller tyngdkraft. Han kom en lösning till detta dilemma på spåren när han 1907 i sitt kontor på patentverket i Bern fick "den lyckligaste tanken i mitt liv": att påverkan av acceleration och av tyngdkraft i mycket är densamma. Han illustrerade med hur en iakttagare i en hiss, som accelererar uppåt, lika väl kan beskriva situationen som påverkan av en tyngdkraft som drar iakttagaren och alla andra föremål i hissen nedåt. Han formulerade sin iakttagelse i ekvivalensprincipen: acceleration och gravitation är likvärdiga.

Där blev frågan om gravitationen vilande några år för Einstein. Han hade fullt upp med annan fysik och med att på allvar etablera sig såväl socialt som vetenskapligt. Men kring 1912 började det på allvar gå upp för honom att gravitationen fordrar föreställningar om ett krökt rum, att likvärdigheten mellan acceleration och tyngdkraft leder till att rummets, och även tidens, geometri ändras under inverkan av gravitationen. Rymden får inte längre, insåg han, betraktas som ett salsgolv där man kan gå utan att sjunka igenom. Nej, rymden måste närmast liknas vid en studsatta som deformeras om man lägger dit ett tungt föremål. Och på liknande sätt som rörelsen hos en mindre kula på studsattan påverkas av denna formändring så rör sig planeterna som de gör kring solen för att rymden runt solen är deformationad, krökt.

Den revolutionerande tanken är alltså att tyngdkraften egentligen inte finns utan måste ersättas av föreställningen om att rummet är krökt. Det var när han ville beskriva detta i matematiska termer som svårigheterna tornade upp sig. Med hjälp av en vän och kollega lärde han sig dock behärska den matematik som fordras. Men det skulle ta några års mödosamt kämpande med formalismen innan den kunde anpassas till fysiken; om något var det nu mera en fysikens Beethoven än Mozart i arbete. Einstein trodde flera gånger att han var färdig, för att snart efteråt inse att han valt fel spår. I tre år höll det på så. Han ironiserade till och med över sig själv när han för en kollega kännetecknade sig med att "den där Einstein gör som det passar

SvD**Den 25 november 1915** lämnade han i alla fall in sin tre sidor

omtattande artikel med den sista pusselbiten: de ekvationer som bestämmer hur tunga föremål kröker rummet. Han var äntligen färdig. Nu skulle inte ett tecken, inte en bokstav behöva ändras. Allt hade fallit på plats. Han kunde skriva till en kollega att han var "zufrieden aber ziemlich kaputt", tillfreds men ganska söndertrasad.

Einstein kunde genast – i själva verket redan före den 25 november – göra flera förutsägelser utifrån sin teori. Han visade att den speciella relativitetsteorin följer som ett specialfall av den allmänna. Han visade också att hans teori uppfyller det närmast oavvisliga kravet att ge samma resultat som den välbeprövade newtonska när tyngdkraften är svag. Några små korrekationer tillkommer dock. En av dessa korrekationer kan förklara den avvikelse som man funnit mellan den verkliga rörelsen hos planeten Mercurius och den bana som den newtonska teorin förutsäger. Denna avvikelse var känd sedan mitten av 1800-talet, och hade dittills trotsat alla försök till tolkning. Einstein var överlycklig när han kunde visa att hans teori förutsade precis det värde som astronomerna hade lämnat oförklarad.

Denna Mercurius "periheliumprecession" var dock den enda jämförelse mellan hans teori och tillgängliga observationer som Einstein genast kunde göra. Några andra experimentella stöd för sin teori kunde han då inte föra fram. Men han var så övertygad om att matematiken hade lett honom rätt att han något senare, på frågan om hur det skulle varit om observationerna inte stämt med teorin, svarade: "Då hade jag tyckt synd om Vår herre. Teorin *är* korrekt."

En andra icke-newtonsk förutsägelse som Einstein direkt kunde göra var att ljuset böjs av i solens gravitationsfält: solen, liksom varje annan himlakropp, utgör enligt Einstein en gravitationell lins för ljus. År 1915 kunde man inte göra de observationer som fordras för att undersöka den effekten. Dels måste man på den tiden använda total solförmörkelse för att kunna iakta om ljuset från en stjärna bakom solen ändrar riktning lite grand när det passerar strax utanför solranden. Dels pågick ju första världskriget för fullt, så det var otänkbart att skicka ut någon expedition för att göra sådana iakttagelser.

Men vid solförmörkelsen 1919 gick det bra. Då sändes också två brittiska astronomiska expeditioner ut, en till Sobral i Brasilien, en till ön Principe i Guineabukten. Syftet var att fotografera stjärnor alldeles intill den förmörkade solens rand för att avgöra om dessa stjärnor hade andra lägen än när deras ljusstrålar inte påverkades av solen. Vad man fann var en ljusavböjning som endast kunde förklaras med Einsteins teori. Denna upptäckt offentliggjordes i den engelska vetenskapsakademien den 6 november 1919 och slogs upp i London Times dagen efter under rubriken "Revolution i vetenskapen. Ny teori för universum. Newtons idéer kullkastade." Den övriga världspresen följde snart efter. Över en natt gick Einstein från att ha varit en högt ansedd men dock "bara" en forskare bland andra, till att bli en världskändis. Livet skulle aldrig mer bli sig likt för honom.

SvD

världskrigets segrarmakter ville ju på alla sätt bestraffa Tyskland för att man börjat kriget. Också många forskare emellan var tonen oförsonlig. Mycket av forskningskontakterna mellan Tyskland och övriga västvärlden låg nere även sedan kriget slutat. Men det fanns de som insåg vikten av att återupprätta goda internationella förbindelser. En av dem var Einstein. Hans demonstrativa motstånd mot kriget under krigsåren – han var då verksam i Berlin – var också välkänt. Likaså var en av ledarna för de brittiska solförmörkelseexpeditionerna, Arthur Eddington, en uttalad pacifist. Vad var väl ett bättre bevis på fördelen av internationellt forskarutbyte än att engelska astronomer kunde bekräfta en tysk forskares teorier?

Många tyckte nu att Einstein borde få Nobelpriset för sina relativitetsteorier. Så inte den svenska Vetenskapsakademien och dess Nobelkommitté för fysik. Einstein fick visserligen 1921 års Nobelpris i fysik (utdelat 1922) men då, som det hette, ”för hans förtjänster om den teoretiska fysiken, särskilt hans upptäckt av lagen för den fotoelektriska effekten” – en upptäckt publicerad under det mirakulösa året 1905 – och med det särskilda förbehållet ”oberoende av det värde som, efter eventuell bekräftelse, må tillerkännas relativitets- och gravitationsteorierna”.

Kanske var det lika bra så. Efter sina svåra födslovåndor var den allmänna relativitetsteorin fram till sin medelålder närmast mobbad som fysisk teori: den kom att spela en helt undanskymd roll i fysiken ända fram till mitten av 60-talet. Vad som låg den i fatet var att den gav så få unika förutsägelser som kunde jämföras med experiment eller observationer. I dag är det helt annorlunda. Inte minst genom den tekniska utvecklingen har den kunnat prövas i många olika sammanhang och alltid bestått prövningarna. Teorin är i dag också en viktig språngbräda för fysikerna när de söker efter ännu mer fundamentala teorier.

För den som vill sätta sig in i vad teorin innebär finns det en uppsjö böcker av olika svårighetsgrad att tillgå. En av de bättre är Jeffrey Bennetts ”Relativitet. Teorin som revolutionerade vår syn på universum”, nyligen utgiven av Fri Tanke Förlag och förtjänstfullt översatt av Pär Svensson. Den förutsätter mycket lite av förkunskaper från läsaren men lyckas ändå nå långt i att ge en god inblick i såväl den speciella som den allmänna relativitetsteorin.

Bengt E Y Svensson är professor em i teoretisk fysik vid Lunds universitet.

Bengt E Y Svensson