

Fotspår i naturen

(Utdrag ur kapitel 1)

Fotspår som man ser på en sandstrand skulle principiellt ha kunnat uppkomma genom att sandkornen slumpmässigt hade råkat hamna på det viset. Men ingen vettig människa tar en sådan förklaring på allvar. Finns det fotspår så har någon gått där.

Likadant är det med Guds fotspår i naturen. Vår egen existens balanserar på en ytterst skör tråd. Ta bara ett ämne som vatten. Det är dödligt giftigt, genom att det bryter ner *molekyler* som vi är byggda av, t.ex. proteiner eller DNA-kedjor. Därför måste våra celler innehålla mekanismer som reparerar de skador vattnet ställer till med. "Vatten är ett farligt gift. Omger hela Visby stift." (Falstaff Fakir) Men samtidigt är vatten livsviktigt. En torr cell kan inte fungera.

Vattnet får sina underliga egenskaper genom en finstämd balans mellan de olika sorters krafter som håller samman *atomer* och bildar molekyler. Det finns fyra viktiga bindningstyper i molekylernas värld: jonbindning, kovalent bindning, vätebindning och Van der Waalsbindning. Deras styrka förhåller sig ungefär som 100:100:10:1. Jonbindningen är alltså ungefär 100 gånger så stark som Van der Waalsbindningen.

Hade alla fyra bindningstyperna varit lika starka, så skulle våra kroppar ha bildat en enda jättemolekyl. Blodet skulle inte ha kunnat rinna genom våra ådror. Så fort en människa rörde vid en annan, skulle de fastna i varandra. Varje försök att slita sig loss, skulle lika gärna ha kunnat leda till att den egna kroppen slets itu. Det skulle inte en finnas någon luft att andas, eftersom luftmolekylerna skulle fastna på första fasta föremål som de stötte på.

Faktaruta

Jonbinding uppkommer genom att en atom lämnar över en elektron till en annan atom. Då uppstår två joner, alltså elektriskt laddade atomer. Eftersom de har olika laddningar dras de till varandra. Saltkornen som vi strör över maten hålls samman av jonbindningar, där kloratomer har tagit emot elektroner från natriumatomer.

Kovalent bindning är en effekt av kvantfysiken. Det finns inget i vår vardagsvärld som liknar fenomenet. Bindningen uppkommer genom att vissa elektroner rör sig kring flera atomkärnor. När elektronerna får större utrymme att röra sig inom, minskar deras energi. Därför går det åt energi för att dra isär molekylns atomer. Dessa sitter alltså ihop tills man tillför tillräckligt med energi för att dra isär dem.

Vätebinding uppstår genom att väteatomer inte binder elektronerna lika hårt som de flesta andra atomer. Så t.ex. i en vattenmolekyl, blir syreatomen negativt laddad och väteatomerna positivt. Vissa atomslag, t.ex. syre, kväve och svavel har också elektronpar som sticker ut från atomen. Sådana fria elektronpar kan attrahera de positiva väteatomerna från en annan molekyl, och det ger upphov till en bindning.

Van der Waalsbindningen bildas genom att elektroner i en molekyl repellerar elektronerna i en annan molekyl, och attraherar dess atomkärna. Den här kraften verkar bara när molekylna är mycket nära, nästan rör vid varandra, och den är mycket svag.

Utöver dessa fyra bindningstyper, finns ytterligare ett antal, vilka inte är lika viktiga för möjligheterna till liv. Exempel på sådana är metallbindningen och väte-väte-bindningen.

Men sådan är inte naturen. Vi utnyttjar det här i vår vardag. När vi drar ut en remsa från en taperulle, får vi tape med klister på ena sidan. Har du någonsin funderat över hur klistret kan veta vilken sida av remsan det skall följa med? På rullen ligger ju klistret mellan två plastskikt, men följer bara med det ena när remsan dras ut. Så här går det till:

Man har behandlat plastremsans ena sida så att den binder med vätebindningar, medan den andra sidan binder med Van der Waalsbindningar (tio gånger svagare). Själva klistret hålls ihop med vätebindningar. Därför drar den preparerade sidan med sig klistret. Själva plastremsan hålls ihop av kovalenta bindningar. Därför går det att skrapa av klistret (även om det är ganska arbetsamt)

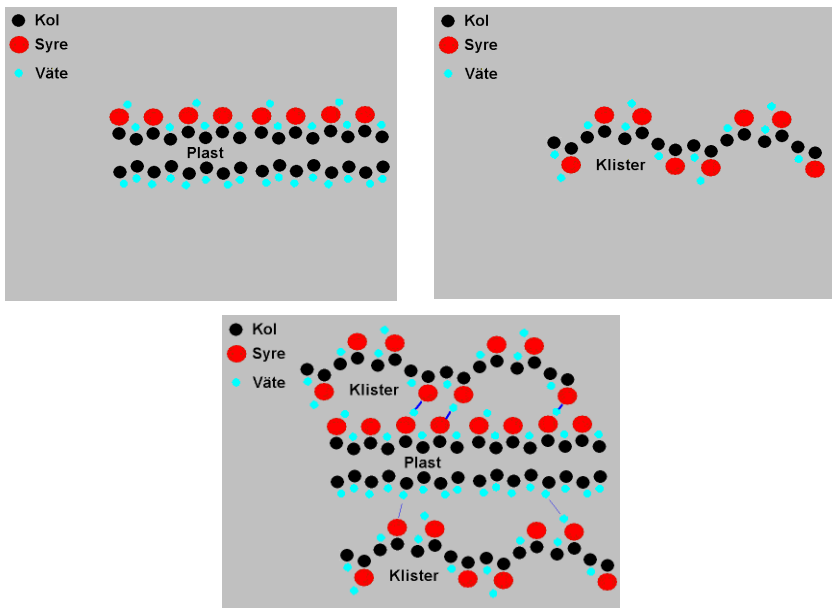


Bild 1. Till vänster visas plasten i tape. På ena sidan finns OH-grupper (väte+syre). På andra sidan bara väte. Bilden i mitten visar hur klistrets molekyler kan se ut. Till höger har vi plast mellan två klisterskikt. På ovasidan kan väteatomer hamna mellan två syreatomer så att där blir vätebindningar (markerade med blå streck). På undersidan finns inte möjligheten. Där binds klistret med Van der Waalsbindningar, som är mycket svagare.

I våra gener går det till ungefär likadant. Informationen om hur vi är byggda ligger lagrad i form av DNA-kedjornas vätebindningar. Kedjorna själva sitter ihop med kovalenta bindningar. Därför går det att avläsa informationen och utnyttja den till att bygga proteiner, eller till att kopiera kedjan. När kedjan inte används, läggs den ihop med sin spegelbild. Då skyddas de svagare vätebindningarna av de starkare kovalenta, vilka bildar ett skal runt den ömtåliga informationen.

Om vätebindningarna hade varit betydligt starkare, så skulle avläsning av informationen ha lett till att kedjorna slets sönder. Det skulle bli ungefär som om man river en textsida i småbitar. Bokstäverna finns där fortfarande, men det är inte lätt att få ut något vettigt ur texten. Våra liv hänger på att den kovalenta bindningen är mycket starkare än vätebindningen.

Om vätebindningarna istället hade varit betydligt svagare (nästan som Van der Waalsbindningar) så skulle det bli en så våldsamt frekvens av läsfel, att de uppkomna mutationerna skulle göra liv omöjligt.

De kemiska bindningarnas styrka är alltså balanserade på ett sådant sätt att liv kan vara möjligt. Kan det vara en tillfällighet? Tja, om det inte funnes några andra balanser som också samverkade för att göra liv möjligt, kanske det skulle ha kunnat vara en slump.

Men det finns mycket mer.

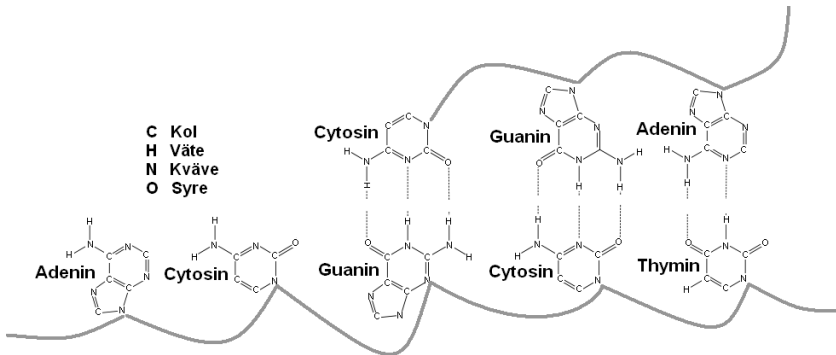


Bild 2. Avläsning av genetisk information. Nedtill är en bit av DNA-kedjan. Länkarna knyts ihop med socker och fosfat, markerat med grå kurvor. Uptill en del av molekylen som läser av informationen. Avläsningen sker genom att de två molekylernas vätebindningar fungerar som nyckelhål och nyckel. Kombinationen Guanin-Cytosin-Thymin betyder aminosyran Alanin i cellens språk. Så i avläsningsmolekylens andra ända finns en motsvarande mekanism som fångar in en Alaninmolekyl. När avläsningen är klar bryts vätebindningarna. Det kan ske utan att DNA-kedjan bryts, eftersom vätebindningar är mycket svagare än de kovalenta bindningarna.

Kan Guds existens bevisas? Både troende och agnostiker (de som inte har någon åsikt) svarar ofta nej. Men det bygger på en missuppfattning, som härstammar från 1800-talet. Som vi skall se, var tron på Gud starkt trängd under den perioden, eftersom den framväxande världsbilden tycktes gå mot att göra Gud överflödigt eller rent av omöjligt. Teologer flydde då från problemet genom att börja tala om en tvådelad verklighet. Man hävdade att det finns en fysisk verklighet och en andlig, och att de här två verkligheterna knappast kan påverka varandra. Därför kunde man inte heller använda observationer i den fysiska verkligheten till att dra slutsatser om Gud, som ju fanns i den andliga.

Naturvetenskapernas upptäckter under nittonhundratalet har gjort hela den här flykten onödig. Istället så tyder den nya världsbilden med Big Bang och naturkonstanternas noggrant inställda värden att en superintelligens ligger bakom. Vi kommer att se hur alla andra förklaringar ter sig orimliga eller ovetenskapliga. Så Guds existens kan anses lika bevisad som någon annan företeelse som vetenskapen har undersökt.

7. Galilei och Newton

Det man kan se, höra och känna är verkligare än det man kan komma fram till genom att fundera. Så om en teori inte stämmer med observationer anser man att teorin är felaktig. Så har man inte alltid tyckt. Istället har man betraktat t.ex. logiska resonemang eller uppenbarelser som mera korrekta än observationer. Den tanken är inte död, den ligger på lur inom alla delar av vetenskapen, från biologi och kemi och till fysik och kosmologi. Inom alla dessa områden finns teorier, vilka sägs vara sanna utan att de stöds av observationer eller till och med motsägs av sådana. Galileo och Newton var pionjärer när det gällde att låta observationer bestämma över hur teorierna skall se ut. Newtons fysik var oerhört framgångsrik, men ledde samtidigt fram till slutsatsen att fri vilja är omöjlig.

Vad är sanning?

Vilket är mest sant, att $1+1=2$ eller att is smälter om man värmer den med något som är varmare än smältpunkten (normalt noll grader)?

Går det alls att svara på en sådan fråga?

De stora grekiska filosoferna ansåg det vara föraktligt att använda experiment för att förstå verkligheten. Experiment var enligt deras mening slavgöra. Den som verkligen hade kunskap skulle inte befatta sig med sådant. Tanken ligger kanske på lur fortfarande: Laboratorium betyder plats där man utför manuellt arbete. Skämtsamt kallar man ibland doktorander på våra universitet för "laboratorieslavar".

Vad grekerna ville var att istället använda logiska resonemang för att undersöka verkligheten. Även om de saknade verktygen, så kanske de hade rätt principiellt. Det är inte otänkbart att man

skulle kunna härleda en matematisk-logisk beskrivning av verkligheten. Om man sedan kan bevisa att just den är den enda möjliga, så är saken klar. Problemet är bara att hittills har vi inte hittat någon sådan beskrivning. Även om det skulle finnas en sådan, är det inte säkert att den kan hittas. Det finns ett antal resultat inom matematiken som kan innebära begränsningar. Under antiken hade man funnit hur man löser andragsradsekvationer. Och under 1500-talet fann Ferrari lösningar till tredje- och fjärdegradsekvationerna. Så man antog att det bara var en tidsfråga innan ekvationer av femte graden och högre kunde lösas. Ända till år 1824, då den norske matematikern Niels Henrik Abel bevisade dels att vilken femtegradsekvation som helst har exakt fem lösningar, men också att det är omöjligt att beräkna lösningarnas exakta värden.

Ett annat känt sådant exempel är Kurt Gödels ofullständighetssats. I den bevisade han 1931 att det finns satser inom matematiken, som är sanna, men som det är omöjligt att bevisa.

De grekiska filosoferna saknade stora delar av våra kunskaper. Men även för oss är alltså frågan om att hitta en rent logisk beskrivning av universum rent hypotetisk. Vi har inre motsägelser i alla våra teoretiska modeller. Så vi vet att våra beskrivningar bara gäller en del av verkligheten. Och en del av de försök som har gjorts, t.ex. strängteorin, ger ett ofattbart stort antal möjliga verklighetsbeskrivningar (ca 10^{500}), så frågan är om sådana egentligen beskriver någonting alls. Dessutom finns flera fenomen (t.ex. medvetandet) som vi inte ens har en aning om hur de kan beskrivas teoretiskt.

Insikten om det här växte fram gradvis. Under medeltiden började vissa lärda män tvivla på att de gamla auktoriteterna hade rätt i allt vad de beskrev. Under epoken som kallas

renässansen fick man ett ökande intresse för att undersöka verkligheten genom observationer. Mest kända är resultaten inom måleriet. Genom att undersöka perspektivets lagar kunde man avbilda verkligheten på ett sätt som tidigare inte hade varit möjligt.



Bild 15. Jungfruns bröllop av Rafael. Målad år 1504.

Runt år 1600 hade undersökandet nått fram till fysiken. En pionjär på området var Galileo Galilei. Han gjorde systematiska experiment och fann att resultaten i flera fall skiljde sig från de gamla teoriernas förutsägelser. Så frågan blev om man skall lita på experimentet eller på teorin. Det är

inte självklart vilket som ligger närmast sanningen.

Ta något sådant som fallande föremål. Teorin från antiken sade att om ett föremål är dubbelt så tungt som ett annat, så faller det också dubbelt så fort. Men Galileis experiment tydde på att alla föremål faller lika fort oberoende av hur tunga de är. Så vilket är sannast? Majoriteten på 1600-talet ansåg att teorin var sannast. Om experiment visade något annat, så var det nog något fel i utförandet. Vem som helst kunde ju dessutom se att en fjäder eller en snöflinga faller långsammare än en kanonkula. Det där var ett problem även för Galilei, men han anade att luften bromsade fjädern mer än kulan. Så han fann att om han placerade den lilla fjädern på den stora kanonkulan föll båda lika fort. Men var det kanske så att kulan drog med sig fjädern? Först sedan vakuumpumpen uppfunnits, kunde man visa att fjädern faktiskt faller lika fort när det inte finns luft närvarande.

Galileis och flera andras arbeten ledde så småningom fram till en ny tolkning av verkligheten. Det som man kunde finna genom att se, höra och mäta kom att betraktas som sanning. Teorierna fick träda tillbaka. Hur vacker en teori än är, så vet man att den är felaktig (eller begränsad) om ett enda observerat fenomen säger något annat än teorin. Så teorierna fick istället rollen att fungera som en enkel sammanfattning av ett stort antal observationer.

Egentligen stämmer det här inte heller. Så borde det vara, men önskan att kunna använda teori för att förklara verkligheten är så stor att man i många sammanhang låter teorier fungera som sanning även om de beskriver sådant som inte kan observeras, eller till och med om de strider mot observationer. Man kanske vill att verkligheten skall vara på ett visst sätt. Då försöker man göra tillägg till teorin, eller också bortser man från sådant som

talar emot den. Så var det i slutet av 1800-talet när fysiker och kemister inte ville veta av att materien består av atomer.

Frestelsen att sätta teorin före observationen är aktuell fortfarande, även om vi gärna vill inbilla oss att det inte är så. I alla mätningar har man en spridning i resultaten. Alltför ofta väljer man att utesluta mätvärden som inte stämmer överens med vad de enligt teorin borde vara. Man lurar sig, för man vet att mätningarna kanske inte kan publiceras om de ger ”fel” resultat. I extrema fall förekommer rent fusk. Forskaren ifråga är fullständigt övertygad om teorins riktighet. Så han eller hon tillverkar falska resultat. Man är övertygad om att när andra som är skickligare upprepar experimenten kommer de att finna samma sak. Och då var man först. Det här har gett upphov till många tragedier när fusket har avslöjats.

Övertron på teorin har hindrat minst ett nobelpris. Under 1950-talet upptäckte den ryske kemisten Boris Belusov att kemiska reaktioner under vissa förhållanden kunde oscillera, alltså fortskrida i en riktning och sedan till synes återvända till utgångspunkten varefter det hela började om från början. När han försökte publicera sin upptäckt refuserades artikeln i de två vetenskapliga tidskrifter han skickat den till. Granskarna ”visste” att sådant är omöjligt. Efter Belusovs död blev upptäckten till slut publicerad av en elev till honom. Man fann senare att den typen av reaktioner är livsviktiga i de flesta levande organismer, och en av 1900-talets viktigaste upptäckter inom kemi. I undervisningen demonstrerar man nu ofta fenomenet i ett spektakulärt experiment där man blandar samman en lösning som ändrar färg på ett regelbundet sätt: Färglös-guldgul-blå-färglös-guldgul-blå- färglös-guldgul-blå-.....

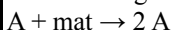
Ytterligare ett exempel är Darwins evolutionsteori. Låt mig genast säga att otaliga observationer visar att en evolution har

Faktaruta

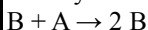
Recept på en oscillerande reaktion.

1. Koka 1 g stärkelse i 0.5 L vatten. Låt det svalna. Lös sedan 15 g kaliumjodat och 7 ml koncentrerad svavelsyra i stärkelselösningen.
 2. Späd ut 180 ml 30% väteperoxid till 0.5 L.
 3. Lös upp 7.8 g malonsyra och 1.7 g mangansulfat i 0.5 L vatten.
- Blanda de tre lösningarna. Efter ca en halv minut startar färgväxlingarna.

Vad som händer är att lösningen innehåller två självkatalyserande reaktioner, där den ena är råvara för den andra. Reaktionerna är ganska komplicerade, men man kan ge följande förenklade beskrivning: Molekyler av sorten A utnyttjar den tillgängliga energi- och råvarukällan till att föröka sig och bilda nya A-molekyler.



Det blir alltfler A-molekyler. De är gula och ger lösningen gul färg. Men B-molekyler kan använda A-molekyler som ”mat”, och bilda nya B-molekyler.



När B-molekylerna blivit tillräckligt många färgas lösningen blå. Till slut har B-molekylerna ”ätit upp” nästan alla A-molekyler. Då svälter de flesta B-molekylerna ihjäl och försvinner. Lösningen blir färglös.

Nu kan de få ”överlevande” A-molekylerna börja föröka sig igen och det hela börjar om från början.

Vi kan alltså se burken med lösning som ett ekologiskt system i miniatyr.

Reaktionerna fortsätter tills ”näringskällan” är förbrukad. Den är en ändlig resurs.

ägt rum, från det enklaste livet ända fram till människan precis som Darwins teori säger. Däremot är det väldigt magert med observationer som tyder på att det skedde genom slumpvisa mutationer och naturligt urval. Det kan förstås vara riktigt ändå, men det kan lika gärna vara helt fel. När svagheter i teorin har påpekats, så försvaras den numera ofta på ett väldigt aggressivt sätt. Så har det varit inom andra områden när ett paradigmskifte har varit på väg.

Äpplen, kanonkulor och planeter

Den danske astronomen Tycho Brahe gjorde noggranna observationer av månen, stjärnorna och planeterna. På den tiden var inte kikaren uppfunnen, så Brahe använde bara sina skarpa ögon till mätningarna. Han hade också en stor uppsättning av instrument för vinkelmätning och tidtagning. På så vis kunde han ge dåtidens noggrannaste mätningar av himlakropparnas rörelser.

Med hjälp av de observationerna blev det möjligt för Johannes Kepler att beräkna planeternas banor runt solen. Ursprungligen trodde Kepler som andra, att planeterna rör sig i cirklar runt solen. Men hur han än bar sig åt fick han inte rörelserna att stämma med Brahes observationer. Till slut testade han med ellipser, och genast föll alla siffrorna på plats. Men fortfarande var det en gåta varför planeterna skulle röra sig just så.

Den som löste problemet var Isaac Newton, ett av de märkligaste genier världen har sett. Han hade studerat fyra år vid universitet i Cambridge när det stängdes under två och ett halvt år för att hejda en pestepidemi. Under tiden bodde Newton hos en släkting där han ägnade sig åt studier och forskning. Det var där han satt i trädgården och funderade när han hörde ett äpple dunska mot marken. ”Om både månen och äpplet styrs av samma kraft, varför faller inte månen ner på jorden precis som äpplet? Hur måste kraften vara beskaffad för att det skall bli så?”

Då arbetade Newton redan på ett annat problem: Hur kan man beräkna storleken av en yta som finns innanför krökta gränser? Det problemet hade redan grekerna sysslat med, och funnit lösningar för några speciella



ytor, t.ex. ellipsen. Längst hade Archimedes kommit. Han var snubblande nära att komma på *integralkalkylen*. Kanske var det den saken han arbetade på när han blev mördad av en soldat i romerska ockupationsarmén år 212 f.Kr. Sedan dröjde det 1878 år innan någon tog det sista steget i hans metod. Och det var två personer som gjorde det oberoende av varandra, Newton och Leibniz. Man kan undra hur långt vi hade kommit idag om Archimedes hade fått utveckla ett av ingenjörskonstens viktigaste verktyg nära 2000 år tidigare.

Nu hade Newton verktyget som krävdes för att se sambandet mellan äpplet, månen och planeterna. Han visade att planeterna måste röra sig i banor som är väldigt nära ellipser. Samma sorts banor följer även kanonkulor och golfbollar. När pesten var över återvände han till Cambridge. Efter två år hände något fullständigt unikt: Matematikprofessorn Isaak Barrow avgick för att överlåta professuren till Newton, som då bara var 26 år gammal. Såvitt jag vet, har något liknande aldrig hänt varken förr eller senare.

Efter Newtons död gjordes liknande upptäckter inom andra delar av fysiken. Maxwell ställde upp sina ekvationer där han visade att elektricitet, magnetism och ljus i grunden är samma sorts fenomen. Man var på väg att kartlägga hela universum från de minsta till de största delarna. Termodynamiken upptäcktes, och man fann att dess lagar styr allting. Energi kan varken nyskapas eller förstöras. Men en annan storhet, *entropi*, hade den märkliga egenskapen att den kan förändras, men bara i en riktning.

Fria viljans död

Under 1800-talet förstod man att all materia styrs av samma lagar, och de lagarna kände man allt bättre. Med Newtons lagar

kunde man beräkna århundraden framåt och bakåt när en solförmörkelse skulle inträffa - eller hade inträffat för länge sedan. Samma lagar styrde allting ner till den minsta bakterie. Så om man bara kände lägen, hastigheter och krafter mellan alla delar av materien, så skulle det vara möjligt att förutsäga alla framtida händelser.

Naturligtvis är det omöjligt att ha sådan detaljerad kunskap, men eftersom all materia måste ha de här egenskaperna i varje ögonblick, så är alla händelser bestämda redan från början. Den enda begränsningen är att vi saknar tillräcklig kunskap för att göra beräkningen. Så redan för millioner år sedan var det ofrånkomligt att du skulle läsa de här raderna. Ingenting skulle kunna ändra den saken.

Alla beslut som du har fattat tidigare i ditt liv var redan inprogrammerade. Samma sak med allt som kommer att hända i framtiden. Vi upplever att vi kan välja, men det är då bara en illusion. Alla frågor om gott och ont är då också illusioner. Ingetdera finns, och ingen kan välja det ena eller det andra. Vissa människor är programmerade goda, och andra är programmerade onda.

När man upptäckte att atomerna bestod av en kärna med positiv laddning och negativt laddade elektroner som rör sig kring den, så blev man ytterligare övertygad. Kraften på elektronerna är likadan som solens tyngdkraft på planeterna. Så elektronerna måste röra sig i banor likadana som planeternas. Det betyder att varje elektrons läge skulle kunna beräknas hur lång tid som helst i förväg. Och eftersom tankarna bildas genom elektriska strömmar i hjärnan så blev det ännu mera klart att varenda tanke som tänks har funnits inprogrammerad i universum från början.

Universum - Guds leksak?

Om Gud finns, måste Han vara utanför universum. Vore Han i universum, så skulle ju även Han tvingas följa lagarna. Annars skulle det bli kaos. En möjlighet vore att Han byggde universum som ett urverk och sedan startade det. Kanske universum med hela dess innehåll är någon sorts hobbyarbete? När universum väl startats sköter det sig självt. Hela programmet genomlöps från början till slut. Djurarter kommer till och utrotas. Evolutionen leder fram till människan. Vi föds och vi dör. Nya människor kommer till världen. Allas liv är utstakade till minsta hostning redan från skapelseögonblicket.

När universum väl var igång, skulle det så småningom tömmas på sin energi, precis som ett batteri. Till slut skulle allt stanna. I fallet universum kunde förstås inte energin försvinna, eftersom energi är oförstörbar. Istället skulle universum efter hand öka sin entropi (oordning) allt mer. Det innebär att alla temperaturskillnader skulle försvinna. Det här kallar fysikerna *värmedöden*. När väl det tillståndet hade uppnåtts, skulle alla händelser upphöra, så utan tvivel rör det sig om en sorts död. Universum skulle bli lika dött som en ficklampa där batteriet har tagit slut. Guds leksak skulle vara förbrukad.

Gott och ont

Vi upplever att vi har en fri vilja. Men då måste det ju vara en illusion. Allt vad vi gör skulle vara inprogrammerat från början genom arv och miljö. Men även arvet och miljön styrs av universums program. Så om jag gör en god gärning eller en ond gärning, så är det egentligen inte mitt eget val. Det måste Gud (eller slumpen) ha bestämt redan när universum startade.

Då kan jag ju inte heller vara ansvarig för vad jag gör. Jag kan inte välja att följa Gud eller djävul (om de finns). Så om Gud

finns, och är rättvis, kan varken himmel eller helvete finnas. Mitt medvetande är bara en illusion. Det finns inte i verkligheten. Och då är ju himmelen meningslös. När universum når värmedöden är allting slut.

Så jag behöver ju inte anstränga mig med att göra gott. Jag kan lika gärna ha roligt och göra det som är ont (om det nu är roligare). Trampa ner människor runt omkring mig så att jag får det bra. Förstöra miljön för min egen vinnings skull. Vilket parti som vinner nästa val bestämdes redan när universum startade. Jag behöver inte rösta och jag behöver inte försöka påverka så att samhället blir bättre. Ingenting av det som bestämts kan ju ändras.

Men stopp nu! Om det här stämmer, då kan jag ju varken välja de ena eller det andra.

Hur kan jag vara medveten?

Varför upplever jag att jag kan välja?

Tänk om jag ändå kan påverka framtiden?

Tänk om det ändå finns något mer än den programmerade materien?

Innehåll

Förord

1. Vår i luften

Olyckan

Fotspår i naturen

2. Vårt växande universum

De flyende galaxerna

Big Bang

De första stjärnorna

Solar och planeter

Den maktlösa slumpen

Vattnet – fiende och nödvändighet

Kol – ett nästan omöjligt ämne

3. Mikrokosmos

Materiens stabilitet

Neutronens balansakt

Atomkärnors energier

Elektronen

Laddningsbalans

4. Makrokosmos

Gravitationen

Mörk materia

Dimensioner

Supernovor

Universums laddning

Materia och antimateria

Från värmedöd till liv

Stabila stjärnor

Solen och jorden

5. Försök att förklara utan Gud
 - Oändlighet i tid och rum
 - Pulserande universum
 - Multiversum
 - Luckornas filosofi

6. Antropiska principen
 - Den ofantliga rymden
 - Livs zoner
 - Vår unika jord
 - Naturlagarna
 - Den bästa av världar
 - Människan – universums mål och mening

7. Galilei och Newton
 - Vad är sanning?
 - Äpplen, kanonkuler och planeter
 - Fria viljans död
 - Universum - Guds leksak?
 - Gott och ont

8. Världsbild i spillror
 - Den ultraviolettera katastrofen
 - Atomen - den odelbara som kan falla sönder
 - Planetsystem i miniatyr?
 - Den omöjliga atomen
 - Jorden rör sig, men står ändå stilla

9. Rymden och tiden
 - Världens snabbaste avmagring
 - Avstånd och tider
 - Tvillingparadoxen

10. Kvantfysiken – teorin som är närapå magisk

Rätt men ändå fel

En värld i gungning

Tunneeffekten

Stående vågor

Vågor i rörelse – hur vi upplever

världen runt omkring oss

Vår ofullständiga världsbild

11. Fria viljan

Heisenbergs osäkerhetsrelation

Min personliga bild av verkligheten

Ordförklaringar

Atom

Bruten CP-symmetri

Differentialkalkyl

Dimension

Dopplereffekt

Energinivå

Energiprincipen

Entropi

Etern

Galax

Integralkalkyl

Isotop

Molekyl

Solvind

UV-ljus

Valenselektroner

Värmedöd

Ångström

Trettiofotavtryck

Referenser