



1.

# FYSIK och MYSTIK

**T. H. Hansson**

**Fysikum, SU**

”Förnuftet bör uteslutande arbeta på att nå fram till de sanna mysterierna, till de sanna obevisbarheterna som är det verkliga. Det oförstådda döljer det obegripliga och därför måste det avlägsnas.”

**Simone Weil**

Fysik och Mystik - 2009

## **Svårt ämne**

- Lätt att enbart raljera
- Skall försöka kommentera några av de mer ”seriösa” förslagen till koppling mellan naturvetenskap/fysik och religion/mystik

## FYSIK OCH NATURFILOSOFI

- **Vad är världen gjord av?**
- **Vad orsakar rörelse?**
- **Hur får vi kunskap om världen?**

Fysik och Mystik - 2009

### **Gamla & centrala frågor:**

Alltid värda att ställa igen i ljuset av nyvunnen kunskap om naturen.

I en tidigare epok ansågs det av de flesta ledande filosofer självklart att diskussioner av ontologisk och epistemologisk natur måste bygga på den mest avancerade kunskapen om människan och NATUREN.

Upplysningsfilosoferna är välkända, men även St. Thomas av Aquinas hade denna uppfattning (fastän den katolska kyrkan spelat en mindre heroisk roll visavi vetenskaplig kunskap..)

(Åtminstone) med romantiken kom en stark reaktion mot vetenskaplig kunskap även bland tänkare fria från etablerade religioner.

# FYSIK OCH RELIGION

- **Materia - Ande**
- **Kausala - Teleologiska förklaringar**
- **Empiri - Uppenbarelse**

Fysik och Mystik - 2009

Här finns det (förstås) inget säkert att säga, men förhoppningsvis kan något av det jag diskuterar idag vara av hjälp när man TÄNKER på dessa problem.

Det är var och ens val om man VILL försöka att foga in sin religiösa tro/otro i en tankebyggnad som är (eller åtminstone kan) vara kompatibel med modern vetenskaplig teoribildning inom t.ex.

- Fysik
- Evolution
- Kosmologi

Om man har den ambitionen - ambitionen att resonera ”rationellt” eller ”förnuftigt” - måste man utgå från några grundläggande antaganden, och följa några regler för vilka typer av argument som är värda att bli allvarligt begrundade om än inte trodda.

## **Förutsättningar:**

- **Världen finns.**
- **Det går att lära sig något om den.**
- **Alla kan lära sig något om den.**
- **Det är OK att tro utan att veta - det är inte OK att säga både "A" och "icke A".**
- **Det är OK att göra antaganden om saker man inte känner till - det är inte OK att förneka "fakta" utan goda skäl.**
- **Det är OK att vara vag så länge man ser det som en nödvändighet, inte som en dygd.**

Fysik och Mystik - 2009

Det ovanstående är något som JAG TROR PÅ.

Det är besvärligt att föra en diskussion med de som inte håller med om dessa premisser - och jag har försökt rangordna dem.

1-2. Det här är måste.

3. En demokratisk syn på kunskapen - och ett skydd mot auktoritetstro.

4. Vi kan tro och tänka olika, men vi måste ha en minimal gemensam logik.

5 - 6 Mer kontroversiellt; "Fakta" och "vag" är vaga begrepp, så de här punkterna är mindre centrala, men ändå, tror jag, av betydelse för en fruktbar diskussion.

**“Vernunft ... ist die höchste Hur, die der Teufel hat.”**

Martin Luther

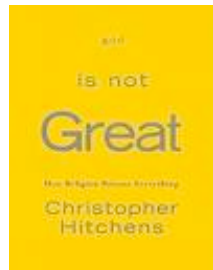
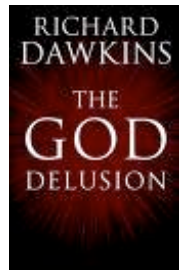
“But since the devil's bride, Reason, that pretty whore, comes in and thinks she's wise, and what she says, what she thinks, is from the Holy Spirit, who can help us, then? Not judges, not doctors, no king or emperor, because [reason] is the Devil's greatest whore. “

Martin Luther's Last Sermon in Wittenberg ...  
Second Sunday in Epiphany, 17 January 1546.  
Dr. M. Luthers Werke: Kritische Gesamtausgabe.  
(Weimar: Herman Boehlaus Nachfolger, 1914),  
Band 51:126, Line 7ff

Fysik och Mystik - 2009

Inte för att katoliker eller anhängare av någon annan religion nödvändigtvis skulle vara bättre, men det kan vara värt att påminna om att bristen på rationalitet bland protestanter inte bara kan avfärdas som ett sentida fenomen i södra USA.

**Men sista ordet var inte sagt på 1500 talet...**



Fysik och Mystik - 2009

Och dessa dagar är det inte heller brist på riddare som samlas under vetenskapens fanor...

## Dagens föreläsning:

- Inga försök att ge skarpa definitioner
- Inga detaljer om den moderna fysikens teorier
- Inga lösningar på de uppställda problemen
- Ingen position visaví religion
  
- Kort sammanfattning av var fysiken står idag
- Något om kvantmekanik och ”modern fysik”
- Några kommentarer till problemen
- Något om
  - ♥ Reduktionism/holism
  - ♥ Emergenta egenskaper
  - ♥ Ordning och kaos

Meningen är att stimulera ert eget tänkande runtom dessa problem.

## Fysiken år 1900

### Teorier

Newton's mekanik

Termodynamik (Boltzmann, Gibbs, Helmholtz, ..)

Elektromagnetism (Ørstedt, Faraday, Maxwell, ...)

### Centrala begrepp

Absolut rum och tid

Partiklar i rörelse

Elektriska och magnetiska fält

Bevarad energi, rörelsemängd,

### Fenomen

Planetrörelse, strömning i vätskor, metrologi,...

Värmetransport, kemiska reaktioner,....

Induktion, magnetism, ljus, radiovågor,....

Fysik och Mystik - 2009

1900 är ett bra årtal att komma ihåg. Detta år presenterar Max Planck sin teori för svartkroppsstrålningen där han för första gången introducerar begreppet energikvantum. Fem år senare, använder Albert Einstein en utvidgad form av kvanthypotesen för att förklara den fotoelektriska effekten, och samma år formulerar han den speciella relativitetsteorin.

**Succé och erkännande pga en intim koppling till**

**TEKNISKA TILLÄMPNINGAR**

**Radio, ångmaskiner, telefon, glödlampor .....**

**Oförklarad:**

- **Materiens stabilitet**
  - Atomernas struktur
  - Hur atomer bildar molekyler, kristaller etc.
- **Radioaktivitet**
- **Solens energikälla**
- **Eterns natur**

Fysik och Mystik - 2009

Den vetenskapliga utvecklingen har också skett i intimt samband med den tekniska. Mycket tyder på att tekniska och ekonomiska faktorer är minst lika viktiga för vetenskapens utveckling som filosofiska principer....

Eller med andra ord - vetenskapens utveckling i Europa och USA sen 1500-talet har mer med väverier och skrån, ångmaskiner och fackföreningar, datorer och immigrationslagar att göra, än med idéer om kunskapens natur, guds existens eller de mänskliga rättigheterna.

## Fysiken år 2000

### Teorier

Standardmodellen för elementarpartiklar  
Allmän relativitetsteori (Einstein)  
Big-Bang teorin för universums uppkomst

### Centrala begrepp

Krökt Rum-tids kontinuum  
Kvantmekaniska vågfunktioner  
Relativistiska kvantfält  
Symmetrier

### Fenomen

Atomer, molekyler, kristaller, ....  
Radioaktivitet, kärnreaktioner, antimateria, ....  
Pulsarer, supernovor, svarta hål, mörk materia ....

Fysik och Mystik - 2009

I motsats till år 1900 är det inget speciellt med år 2000 - eller vi har åtminstone inte tillräckligt perspektiv för att förstå om något riktigt stort har hänt.

**Succé och erkännande** pga en intim koppling till

**TEKNISKA TILLÄMPNINGAR**

**Kärnkraft, elektronik, nya material, datorer, .....**

**Oförklarade:**

- **Strängar & kvantgravitation**
- **Elementarpartiklarnas massor**
- **Turbulens i vätskor**
- **Högtemperatursupraleddning**
- **Den kosmologiska konstanten**

Fysik och Mystik - 2009

Det finns oförklarade fenomen på olika nivåer alltifrån kvantgravitation och elementarpartikelmassor, via klassiska och kvantmekaniska fenomen på ”praktisk” nivå (turbulens respektive hög  $T_C$  supraleddning) till mörk materia, mörk energi och den kosmologiska konstanten.

### Kända energiformer relevanta för mänskligt liv:

Nästan allt

Kosmisk strålning;  
Radiotivitet;Solen

Universums  
framtida öde

- Rörelseenergin hos kända elementarpartiklar
- Lägesenergi i elektriska fält och tyngdkraftsfält
- Energin hos elektriska och magnetiska fält
- Bindningsenergi p.g.a. de starka kärnkrafterna
- $E=mc^2$  för kända partiklar
- Gravitationsstrålning
- Den kosmologiska konstanten????

.....

### Andra kända energiformer:

Universums  
utveckling

- Energi relaterad till kortlivade partiklar
- .....

**Okända energiformer:** Relevanta endast för tider strax efter Big Bang

Fysik och Mystik - 2009

Vi har all anledning att tro att standardmodellen är korrekt. Detta innebär att vi förstår alla de *grundläggande* lagarna för den materia och de energiformer som är av betydelse för mänskligt liv.

Detta innebär naturligtvis inte att vi förstår alla fenomen som är relaterade till mänskligt liv. Vad gäller mer komplicerade strukturer, från atomer med fler än ett fåtal elektroner, och uppåt i storlek (molekyler, celler, organismer,...) är det mycket lite kunskap vi verkligen kan  *härleda*  från de grundläggande fysikaliska lagarna.

## ”Klassisk” kontra ”Modern” fysik

### *Modern Fysik $\approx$ Kvantfysik*

(Relativitetsteorin är del av den klassiska fysiken)

Kvantteorin innebär ett genuint brott mot den klassiska uppfattningen om materien som en samling partiklar som rör sig i rummet under inverkan av kraftfält.

Fysik och Mystik - 2009

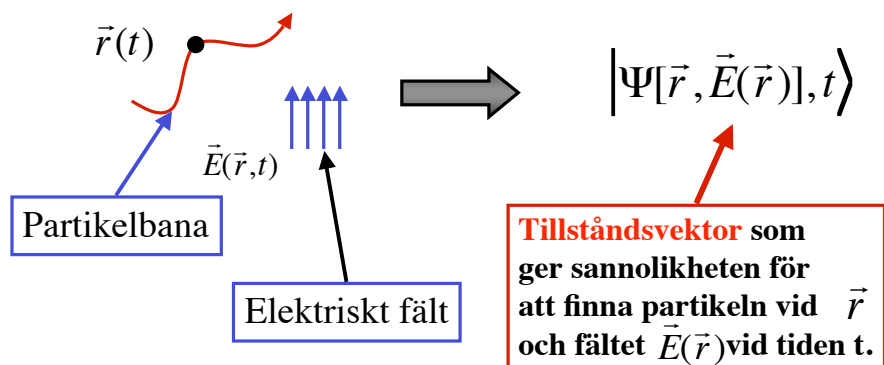
Många försök att finna en syntes mellan mystik/religion och modern naturvetenskap tar sin utgångspunkt i kvantfysiken.

Begrepp som våg-partikel dualitet, Heisenbergs osäkerhetsrelation, och på senare tid också Bells olikhet och ”tilltrassling” (”entanglement”) lånar sig lätt till mer eller mindre fantasifull användning.

Det är klokt att försöka bilda sig en egen uppfattning vad det rör sig om - här får vi nöja oss med några få kommentarer och faktaupplysningar. Några kommer jag att använda i den vidare framställningen.

## Några centrala element i kvantfysiken:

- A. Partikelbanor och elektriska & magnetiska fält  
Ersätts av **TILLSTÅNDSVEKTORER**:



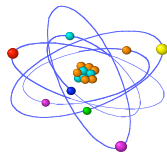
Fysik och Mystik - 2009

*Tillståndsvektorn* innehåller den maximala informationen vi kan ha om ett system. Att t.ex. partiklars läge normalt inte kan anges exakt utan bara som en sannolikhetsfördelning, samt att läge och hastighet inte samtidigt kan anges exakt, finns inbyggt i tillståndsvektorn och den matematiska procedur som används för att relatera den till storheter som kan observeras i experiment.

**B.** De flesta kvantmekaniska system har **kvantiserade** värden för energi, rörelsemängd, laddning etc. Förutom att möjliggöra materiens stabilitet så har detta som konsekvens att:

- **Det finns en ”minsta påverkan”**
- **Mätningen påverkar det mätta**

Ex: Atomer



Elektronerna är bundna till kärnan på ett avstånd av ca  $10^{-10}\text{m}$

Energien är kvantiserad!  
⇒ Spektrallinjer

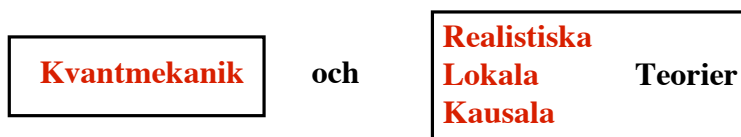
Fysik och Mystik - 2009

De här två punkterna, som är nära förknippade med Heisenbergs osäkerhetsprincip, är av både praktiskt och filosofiskt intresse. I synnerhet om man börjar fundera på om det kan finnas någon ”andlig värld” som påverkar vår fysiska värld, så är de värda att hålla i minnet.

C. Enligt **Heisenbergs Osäkerhetsrelation** kan inte alla egenskaper hos ett system samtidigt bestämmas exakt.

- Resultatet av ett experiment kan i allmänhet bara förutsägas statistiskt.
- Begreppet "realism" problematiseras

**Bell:** Experiment kan skilja mellan:



**Aspect:** KVANTMEKANIKEN ÄR KORREKT!!

Ett central begrepp för att förstå "Bells olikhet" som ligger till grund för Aspects experiment är "tilltrassling" (eng. "entanglement"). Detta innebär att delar av ett kvantmekaniskt system som är vitt skilda i rummet kan vara korrelerade på ett mycket subtilt sätt så att mätningar som sker samtidigt verkar att på ett nästan mystiskt sätt påverka varandra. Bell visade att ingen klassisk beskrivning med hjälp av "dolda variabler" kan ge upphov till dessa korrelationer. Men man kan också visa att dessa korrelationer inte kan användas för att skicka någon signal snabbare än ljuset - det är bara i efterhand man kan se märkligheterna och förundra över dem. Tilltrasslade kvanttillstånd är centrala inom det tämligen nya område som kallas "kvantinformation". Ett långsiktigt mål är att bygga en kvantdator som kan utföra vissa beräkningar som är praktiskt omöjliga att göra med vanliga datorer. Det finns dock mer näraliggande tillämpningar som t.ex. kvantteleportation och kvantkryptografi. Det senare, som innebär att man på ett helt säkert sätt kan distribuera kryptografiska nycklar, finns redan som fungerande system

**”I think it is safe to say that no one understands quantum mechanics. Do not keep saying to yourself, it you can possibly avoid it, ”But how can it be like that”.**

.....

**”Nobody knows how it can be like that! ”**

R.P. Feynman

**Vissa tror sig inte riktigt förstå....**

**“Quantum theory forces us to see the universe not as a collection of physical objects, but rather as a complicated web of relations between the various parts of a unified whole. This however, is the way in which Eastern mystics have experienced the world, .... “**

Ur ”The Tao of Physics” av F. Capra

**men det gör uppenbarligen andra ....**

**“Trots det kaos som är kvantverklighetens väsen och atomernas oförutsägbara rörelser kännetecknas vår värld av lagbundenhet, konsekvens och kontinuitet. Denna ordning och harmoni kräver en skapare som arbetar efter en plan, hävdar de två monoteistiska religionerna. Om det finns en Gud som skapat världssaltet finns "han" i naturlagarnas ekvationer.“**

**J. Jakubowski, Essä i DN 26 mars 2004**

**och det är inte bara New Age-are ....**

## **Missuppfattningar om kvantmekaniken**

1. Den klassiska fysiken är felaktig.
2. Fysiken är inte längre deterministisk.
3. Kvantmekaniken kan bara säga något om experiment som upprepas många gånger.
4. Kvantmekaniken delar upp världen i “system” och “observatör”.
5. Observatören bestämmer vad som händer.

Fysik och Mystik - 2009

Den här listan kan vara bra att lägga på minnet. En text som innehåller något av dessa påståenden utan kommentarer och argumentation är antagligen skriven av en person med grunda kunskaper i kvantmekanik.

Påståendena 2 o 3 är inte direkt felaktiga men blir mycket lätt missförstådda och misstolkade

Påstående 4 är kontroversiellt, själv tror jag inte på det men många av mina kollegor gör det antagligen.

## Vad är världen gjord av?

**Dualism:** *Ande och Materia*

**Monism:**

- **Materia**
- **Ande**
- **Varken - eller / Både - och**

**Har fysiken någon plats för *Anden/Själen* ... ?**

Fysik och Mystik - 2009

Nu ger jag mig in på den svåra delen av föredraget.

Låt oss se om det finns NÅGOT vi kan säga!

## DUALISM

**Själ/Ande/Gud ↔ Obesjälad Materia**

- Eftersom fysiken per definition handlar enbart om materien, har den **INGET** att säga om den andliga aspekten av världen.
- Om man antar att materien utgör ett "slutet system" som kan förklaras med fysikens lagar *så kan det andliga inte påverka materien.*

Fysik och Mystik - 2009

Många dualister skulle säkert inte ha mycket att invända emot den första punkten som den formuleras ovan. De andliga/själsliga kategorierna lyder unders sina egna lagar och sin egen logik,

**men,**

om man accepterar den första punkten och dessutom gör antagandet i den andra punkten så leds man till en slutsats som nog många dualister skulle ha svårt att acceptera.

Låt mig fördjupa diskussion av den andra punkten en smula, dvs. förklara vad jag menar med "slutet system" och argumentera för slutsatsen.

## Symmetrier och konserveringslagar

### Resultatet av ett experiment beror inte på

- När det utförs
- Var det utförs
- Hur apparaten är riktad
- Hur vi definierar våra el.mag. potentialer

### Detta medför att i ett slutet system bevaras

- Energin
- Rörelsemängden
- Rörelsemängdsmomentet
- Elektriska laddningen

Alla **dynamiska** förlopp inom fysiken är orsakade av

## VÄXELVERKAN

All växelverkan sker genom att någon bevarad storhet, som t.ex. energi eller laddning, förs från ett system till ett annat.

**Hittills har vi i kontrollerade experiment alltid kunnat hålla reda på vad som händer med de bevarade storheterna!**

Fysik och Mystik - 2009

Det här argumentet kan synas vara onödigt komplicerat - varför inte helt enkelt säga att vi tror att vi kan förstå allt som händer med hjälp av fysikens lagar? Min poäng är att det finns massor med saker vi i dagens lägen inte kan förstå med hjälp av fysikens lagar. Frågan är snarare om det är något som vi observerar som STRIDER mot några grundläggande principer som våra fysikalsiska teorier är baserade på. Symmetriprinciperna, och de därtill hörande konserveringslagarna, är exempel på sådana grundläggande principer. Om man kunde experimentellt påvisa brott mot dessa så vore fältet öppet för någon slags påverkan ”utifrån”. En fysiker skulle förstås säga att vi hade upptäckt en ny del av fysiken, men innan de gamla teorierna hade ersatts av någon ny, självkonsistent, beskrivning av naturen som förklarade de nya rönen, så vore det övermaga att direkt utesluta att materien påverkas av något ickemateriellt.

(Min) **Slutsats:**

**Svårt att förena antagandet att materien följer fysikens lagar med en **dualistisk** världsbild där den andliga/sjäsliga sfären kan påverka, och påverkas, av den materiella.**

**Prop II.** Two substances, whose attributes are different have nothing in common.

**Prop. III.** Things which have nothing in common cannot be one the cause of the other.

B. Spinoza, Etiken, del I

Fysik och Mystik - 2009

Poängen här är kanske inte så mycket att övertyga er om min åsikt i just den här frågan, utan snarare att ge ett exempel på en typ av resonemang där vetenskapliga insikter kan användas för att utesluta (eller åtminstone starkt ifrågasätta) vissa positioner i ontologiska frågor.

Ytterligare ett Spinoza citat:

”Neither can the body determine the mind to think, nor the mind **determine** the body to motion or rest or anything else (if such there be).”

## MONISM

Tre möjligheter (åtminstone):

**Materialism:** Materien är primär; andliga fenomen är sekundära eller ”emergenta”.

**Idealism:** Anden är primär, materien en chimär.

**Panteism:** **Själ/Ande/Gud = Materia**

Alternativ 3, panteismen, verkar vara det som förespråkas av olika ”kvantmystiker”.

Låt oss se på några förslag...

## Einstein: $E = mc^2$

### Energi som det urstoff allt är gjort av

”Therefore, we have here actually the final proof for the unity of matter. All the elementary particles are made of the same substance, which we may call energy or universal matter.”

W. Heisenberg

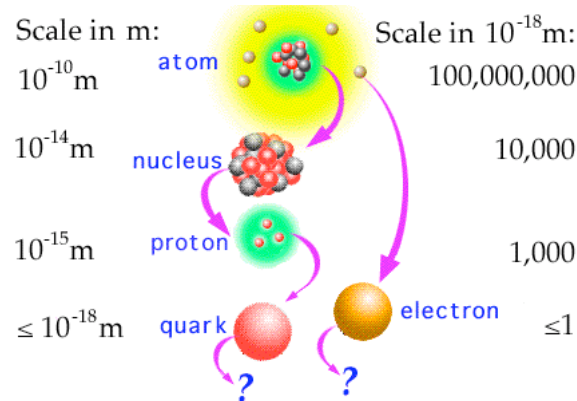
Fysik och Mystik - 2009

Även om det är korrekt att säga att ”allt består av energi”, så påståendet i viss mån tomt. Det säger oss inget om materiens former och det säger oss absolut ingenting om sambandet mellan materia och ”ande”. Detta under förutsättning att begreppet energi används i sin tekniska bemärkelse, dvs. som en ”konserverad storhet relaterad till tidstranslationsinvariansen hos ett slutet system”. Ordet ”energi” har dock i vardagligt tal en mycket vidare betydelse. En person med mycket energi är nödvändigtvis varken tjock, svettig eller på toppen av ett högt berg (svarande mot stor massa eller hög termisk energi eller hög lägesenergi). Det är bara när man identifierar ”energi” i teknisk bemärkelse med energi i betydelsen ”livskraft”, ”mental kraft” etc. etc. som det är möjligt att dra filosofiska växlar på energins bevarande. (Ett liknande resonemang kan göras också för begreppet ”vibration” eller ”svängning”).

Sentida filosofiskt/religiösa tolkningar av modern fysik är vanligen mer specifika, och hänvisar oftast till speciella teorier (eller åtminstone begrepp) inom kvantmekanik och elementarpartikelfysik.

Jag skall nu presentera ett **sedelärande exempel** om hur det kan gå när man kokar filosofi på partikelfysik.

## Jakten på de fundamentala partiklarna:



Fysik och Mystik - 2009

Vilka partiklar som räknats som ”*fundamentala*” har varierat. Upprepade gånger har man funnit en substruktur hos elementarpartiklarna som alltså inte längre kunnat ses som ”elementära”. Vid det här laget är dock fysikerna luttrade och få tror att elektroner eller kvarkar är fundamentala ”punktpartiklar”, även om vi med dagens experiment inte kan se att de har någon struktur. Ett populärt antagande är att de i själva verket är utsträckta endimensionella objekt, s.k. strängar.

## Finns det fundamentala partiklar?

**Antiken:**            **Atomer**        eller    **Urstoff**

**\* 1970-talet:**        **Kvarkar**        eller    **Bootstrap**

**1990-talet:**        **Strängteori** eller    **M-teori**

**Enligt dagens teoretiska fysik finns det ingen  
anledning att tro att någon av de hittills funna  
elementarpartiklarna verkligen är elementära !**

I historien finns flera exempel på att en atomistisk teori för materien ställt mot en baserad på ”substans”. Med det senare menar jag att det inte finns några fundamentala byggstenar, utan snarare en slags fundamental ”urmateria” som kan manifesteras sig på många olika sätt.

## **Bootstrap, S-matris och nukleär demokrati**

- På 60 och 70-talet upptäcktes mängder av nya kortlivade elementarpartiklar.
- Partiklarna skapades och förintades i processer som blev mer och mer komplicerade vid högre energier.
- De tunga kortlivade partiklarna kunde inte på något enkelt sätt beskrivas som bestående av de lättare och mer stabila.

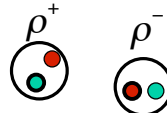
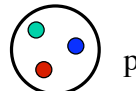
Fysik och Mystik - 2009

Från både atom och kärnfysiken var man van vid att komplicerade system kunde byggas upp av identifierbara byggstenar. För atomerna, kärnor och elektroner, och för kärnorna, protoner och neutroner.

Inga av de observerade partiklarna kunde fungera som sådana beståndsdelar.

Enligt **KVARKMODELLEN**, är alla hadroner, eller starkt växelverkande partiklar, uppbyggda av **kvarkar**:

**Kvarkarna kan kombineras till hadroner på två sätt:**

1. Kvark - antikvarkpar = **Mesoner** 
2. Tre kvarkar i olika "färger" = **Baryoner** 

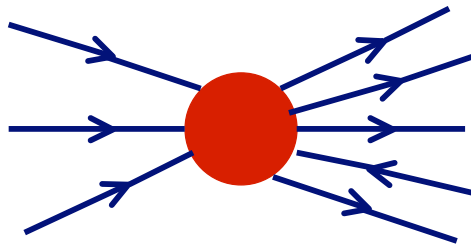
Fysik och Mystik - 2009

När kvarkmodellen infördes i början på 60-talet av Murray Gell-Mann, fanns det ingen experimentell evidens för några kvarkar. Vad han däremot kunde visa var att om man *postulerade*, existensen av sådana partiklar så kunde man förklara mycket av de observerade partiklarnas egenskaper, som deras massor spinn och magnetiska moment.

Även om de flesta fysiker accepterade kvarkmodellen som ett mycket framgångsrikt klassifikationssystem, så var det många som betraktade kvarkarna enbart som matematiska hjälpmedel.

1968 gjordes ett mycket viktigt experiment vid acceleratorlaboratoriet SLAC i Stanford i Kalifornien. Genom att kollidera elektroner mot protoner vid mycket höga energier, och observera de elektroner som kom ut i mycket stora vinklar, så kunde man dra slutsatsen att protonerna verkligen bestod av mindre beståndsdelar som man senare kunde identifiera som kvarkar.

## S-Matrisen



### KRAV:

- Unitaritet
- Analyticitet
- Klusteregenskaper
- Korsningssymmetri

- \* Enligt S-matris teorin är ingen partikel mer fundamental än någon annan.
- \* Kraven ovan är så starka att S-matrisen är unik.  
”Vi lever i den enda möjliga av världar.”

Fysik och Mystik - 2009

*Unitaritet* = summan av sannolikheterna för alla olika processer som kan äga rum är alltid lika med ett.

*Analyticitet* = En matematisk egenskap hos S-matrisen för elektrodynamik. I S-matris teorin postulerar man denna som en allmän egenskap. Analyticitet är relaterad till kausalitet, dvs. kravet att orsak skall komma före verkan.

*Klustering*: Att den totala S-matrisen för en process kan brytas upp i ”irreducibla” delprocesser.

*Korsningssymmetri*: Relaterar S-matrisen för processer som skiljer sig åt bara genom att en ingående partikel byts mot en utgående antipartikel.

Trots stora teoretiska ansträngningar har man aldrig lyckats lösa ekvationerna för S-matrisen utom i mycket förenklade exempel.

”...an indication for a certain relationship between philosophical ideas in the tradition of the Far East and the philosophical substance of quantum theory. It might be easier to adapt oneself to the quantum-theoretical concept of reality when one has not gone through the naive materialistic way of thinking that still prevailed in Europe... ”

W. Heisenberg

Fysik och Mystik - 2009

Om man läser detta citat i kontext så finner man att Heisenberg är betydligt försiktigare att dra några slutsatser från detta ”certain relationship”. än t.ex.

“In fact it can be said that the contrast between ”fundamentalists” and ”bootstrappers” in particle physics is paralleled by the contrast between the prevailing currents of Western and Eastern thought. The reduction of nature to fundamentals is basically a Greek approach, which arose in Greek philosophy together with the dualism between spirit and matter. The view of the universe as a web of relationships without any fundamental entities, on the other hand, is characteristic of Eastern thought.”

Ur ”The Tao of Physics” av F. Capra

Fritjof **Capra** och många andra med honom.

**Naturens dom:**

**Ur kvarkmodellen växte kvantkromodynamiken som vi nu tror/vet är den korrekta teorin för starkt växelverkande partiklar.....**

**Sens moral:**

**Naturen väljer inte alltid den lösning som verkar mest spännande.....**

**Men, i den moderna versionen av strängteori, den s.k. M-teorin, är det återigen inte klart om det finns några fundamentala objekt....**

Fysik och Mystik - 2009

Så den verkliga sens moralen, om någon, är att man bör vara mycket försiktig med att dra filosofiskt/religiösa slutsatser baserade på de för tillfället mest populära teorierna för materiens fundamentala natur. Vi har ännu ingen enhetlig fysikalisk teori för materien och beroende på vilka aspekter av de existerande teorierna man vill betona, så tenderar man att dra mycket olika filosofiska slutsatser.

## Vad orsakar rörelse?

### Kausalitet - Determinism - Fri vilja

<b>Klassisk fysik:</b>	<b>Världen som ett urverk</b>	
<b>Kvantfysik:</b>	<b>”Kvantosäkerhet” Makroskopiska kvantfenomen</b>	
<b>”Postmodern” fysik:</b>	<b>Komplexitet/Kaos Självorganisering Artificiell intelligens</b>	<b>?</b>

Fysik och Mystik - 2009

Under sjutton- och artonhundratalet ansåg många att den moderna naturvetenskapen var helt oförenlig med **teleologiska** förklaringsmodeller och idén om en fri vilja.

Med kvantmekaniken kom ett **icke-deterministiskt** element in i den fysikaliska världsbilden, och många såg detta som en möjlighet att ta sig ur den Newtonska tvångströjan och återinsätta den fria viljan, och den i det mänskliga livet intervenerande gudomen på sina forna piedestaler.

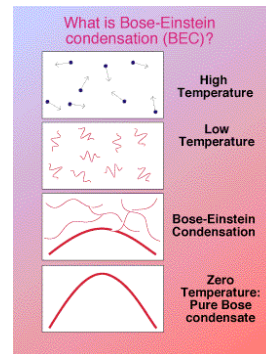
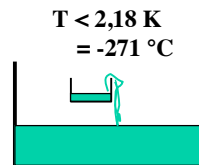
Trots många spekulationer har man dock hittills aldrig lyckats konstruera någon seriös modell för HUR kvantmekaniska fenomen skulle kunna påverka specifikt mänskliga (eller åtminstone biologiska) beteenden eller förlopp. En till synes populär sentida variant försöker leda i bevis att den mänskliga hjärnan uppvisar s.k. Makroskopiska kvantfenomen liknande de i en superledare eller i en supraflytande vätska. En annan (obestyrkt) idé från den mycket kände fysikern Roger Penrose (se boken ”The emperors new mind”) går ut på att den mänskliga hjärnan på något sätt kan detektera fenomen relaterade till kvantgravitation.

## Supraflytande Helium

Supraflytande Helium kan inte förstås som en samling separata atomer. Atomerna bildar ett s.k. **kvantkondensat** även kallat ett **Bose-Einstein kondensat**



$T \approx 37^\circ\text{C}$



Även om mycket återstår att förstå vad gäller **makroskopiska kvantfenomen**, är det dock ett faktum att de uppstår i mycket ordnade system vid låga temperaturer. Med vår nuvarande kunskap om dessa fenomen är det mycket osannolikt att de kan förekomma i en mänsklig hjärna.

## Slutsatser gällande

### **LIVET och UNIVERSUM**

- **Mycket osannolikt att kvantmekaniska effekter är viktiga i biologiska system - de är för varma och för mjuka.**
- **Kvantmekaniken är viktig till ca en tiotusendels sekund efter THE BIG BANG - sen är det klassisk fysik som gäller.**  
(Utom när det finns små svarta hål.....)

Fysik och Mystik - 2009

(Personligen anser jag att dessa slutsatser är mycket säkra. Man bör dock vara medveten om att "no-go teorem" inte alltid är så robusta som de kan synas. Under en lång tid ansågs det t.ex. mer eller mindre bevisat att supraledning inte kunde ske vid temperaturer högre än ca. 30 från absoluta nollpunkten. Idag finns keramiska s.k. högttemperatursupraledare som fungerar vid mycket högre temperaturer...)

Påståendet om universum ligger utanför presentationen i detta föredrag, men kan motiveras med tekniska argument på samma sätt som slutsatsen om biologiska system.

”I wish to emphasize that in my opinion,  
and contrary to the opinion upheld in some  
quarters, quantum indeterminacy plays no  
biologically relevant role ... ”

E. Schrödinger

Så jag håller med Erwin Schrödinger...

Idag anser många att högre mentala fenomen som känslor, vilja etc. är

## **EMERGENTA FENOMEN**

**Som typiskt uppstår i nog**

**KOMPLEXA  
SJÄLVORGANISERADE**                      **SYSTEM**

Detta kan man nog säga är dagens ”standardmodell” för mentala fenomen. En klassisk bok inom det här området är ”Gödel, Escher, Bach” av D. Hofstadter. För en helt annan syn kan jag hänvisa till ”The emperors new mind” av R. Penrose.

Finns det en ”**postmodern fysik**” som beskriver dessa fenomen??

Exempel på

- **Självorganisering**
- **Komplexitet**
- **Emergenta egenskaper**

ger oss ökad förståelse för

**När, hur och varför komplexa strukturer uppstår**

men

**INGEN ALLMÄN TEORI**

Många tror att detta är fysikens framtid - vi får se!

## The middle way

R. B. Laughlin<sup>a\*</sup>, David Pines<sup>b†‡§</sup>, Joerg Schmalian<sup>b</sup>, Branko P. Stojković<sup>b\*\*</sup>, and Peter Wolynes<sup>c†</sup>

<sup>a</sup>Department of Physics, Stanford University, Stanford, CA 94305; <sup>b</sup>Institute for Complex Adaptive Matter, University of California, Office of the President, Oakland, CA 94607; <sup>c</sup>Los Alamos Neutron Science Center Division and Theoretical Division and Center for Nonlinear Studies, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, NM 87545; <sup>d</sup>Department of Physics and Astronomy and Ames Laboratory, Iowa State University, Ames, IA 50011; and <sup>e</sup>Science and Technology Center for Superconductivity and <sup>f</sup>School of Chemical Sciences, University of Illinois, Urbana, IL 61801

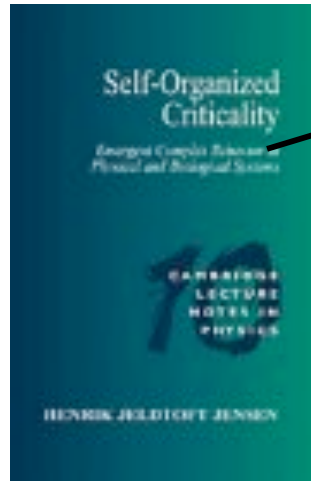
Contributed by David Pines, October 29, 1999

Mesoscopic organization in soft, hard, and biological matter is examined in the context of our present understanding of the principles responsible for emergent organized behavior (crystal- the very large and the very small. But, as we all know, there is life in the desert. The miracles of nature revealed by modern molecular biology

” ..the possibility that as-yet-undiscovered organizing principles might be at work at the mesoscopic scale, intermediate between atomic and macroscopic dimensions, and the implications of their discovery for biology and the physical sciences. ”

Fysik och Mystik - 2009

Ett försök att formulera allmänna principer för självorganisering. En nobelpristagare på författarlistan bör vara nog för att man skall läsa artikeln med intresse. Men inte okritiskt!



*Emergent Complex Behaviour in  
Physical and Biological Systems*

**”... under very general conditions,  
dynamical systems organize them-  
selves into a state with a complex  
but rather general structure.”**

Fysik och Mystik - 2009

I den här boken presenteras en modell/teori för självorganisering som utvecklats av bl.a. den framlidne danske fysikern Per Bak.

## Hur lär vi oss om världen?

- **Naturlagarnas natur**
- **Emergenta egenskaper**
- **Reduktionism kontra holism**

**emergent** (eng., 'uppdykande', 'oförutsedd', av lat. *eme\_rgo* 'komma upp', 'framträda'), som framträder eller ger sig till känna mer eller mindre oväntat eller oförutsägbart; termen används bl.a. om biologiska och kemiska egenskaper.

Fysik och Mystik - 2009

En betydelsefull fråga här är naturligtvis den om **empirism** kontra **rationalism**. Det moderna naturvetenskapen är empiristisk till sin natur.

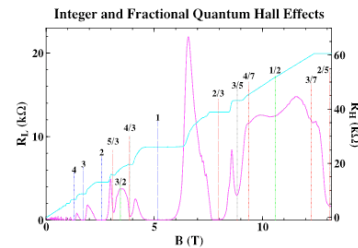
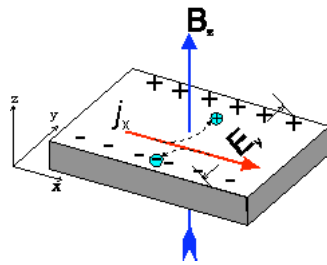
**Rationalism** (för etymologi se rationalisering), filosofisk riktning som i motsats till empirism hävdar att det är möjligt att uppnå kunskap om verkligheten endast genom att använda förnuftet. Rationalister antar ofta att det finns medfödda idéer som är nödvändiga för att man skall kunna tolka erfarenheten. Platons idélära är en tidig rationalistisk teori. Andra klassiska förespråkare är Descartes, Spinoza och Leibniz, vilka anser att man ur ett litet antal självklara grundsatser kan härleda all verklig kunskap. Även Kants lära att det finns syntetisk apriori-kunskap är en form av rationalism.

**Empirism** (av grek. *empeiri\_a* 'erfarenhet'), filosofisk riktning som i motsats till rationalismen betonar erfarenheten snarare än förnuftet som bas för vår kunskap. Empirismen är en huvudriktning inom kunskapsteorin men har betydelse också för andra delar av filosofin såsom språkfilosofi och vetenskapsteori. Etiketten empirism har emellertid använts om ståndpunkter med mycket olika schatteringar, från den starka och av få hävdade tesen att all kunskap har sin enda källa och grund i sinneserfarenheten, till den svaga och föga kontroversiella tesen att erfarenheten utgör en grund till kunskap.

Källa: Nationalencyklopedin

**Exempel:**

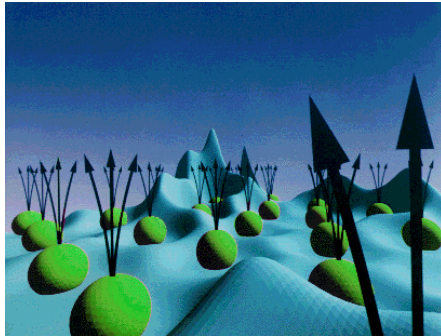
## Kvanthalleffekten o fraktionell laddning



De elektriska egenskaperna hos en 2-d elektrongas i ett starkt magnetfält uppvisar märkliga egenskaper som kan beskrivas med enkla bråktal.

Fysik och Mystik - 2009

Det märkliga här är att när man varierar magnetfältet kontinuerligt, så beter sig systemet mycket diskontinuerligt. Över vissa intervall är ett visst elektriskt motstånd noll medan ett annat, till stor precision, antar ett bråktalsvärde av en fundamental konstant. När fältet blir starkare ”hoppas” systemet till ett nytt tillstånd karakteriserat av ett nytt bråktal.



Elektronerna rör sig i ett mycket intrikat "kvantmönster", de bildar en **kvantvätska**.

Excitationerna i denna kvantvätska är virvlar som beter sig exakt som partiklar med laddningen  $e/3$  !

**Fraktionell laddning är en emergent egenskap hos "partilarna" i kvanthallvätskan.**

Fysik och Mystik - 2009

Kom ihåg att elektronerna alla har laddning  $e$ .

Det är naturligtvis inget konstigt att partiklar med mindre laddning kan kombineras till partiklar med större. Kvarkarna har t.ex. laddning  $e/3$  och  $2e/3$ , medan alla hadroner har laddning 0, 1 eller 2.

Vad som är märkligt här är att de s.k. elementära excitationerna, eller kvasipartiklarna har en laddning som är *mindre* än laddningen hos elektronerna som de består av (här kan vi glömma kvarkar, eftersom energierna är mycket låga). Det är också viktigt att veta att kvasipartiklarna verkligen är "riktiga partiklar", dvs de kan karakteriseras med laddning, rörelsemängd etc. Man kan visa att i kvanthallsystemet är detta verkligen fallet.

I en ganska omtalad artikel av S.-C. Zahng, publicerad i Science, beskrivs en modell för elementarpartiklar baserad på en fyrdimensionell generalisering av kvanthalleffekten.

Fysiken är **reduktionistisk** i den meningen att alla fenomen på en högre nivå är kompatibla med, och i sista hand bestämda av, de fundamentala lagarna på en lägre nivå.

Fysiken är **icke-reduktionistisk** i den bemärkelsen att det ofta krävs nya begrepp och nya ”naturlagar” för ge en effektivbeskrivning av ett system på en högre nivå.

Fysiken är **holistisk** i den bemärkelsen att all materia i universum är kvantmekanisk och (antagligen) är beskriven av ett enda kvanttillstånd.

Fysik och Mystik - 2009

Sett på detta sätt är **motsatsen till reduktionism inte holism utan icke-reduktionism**. Huruvida man vill hävda att denna icke-reduktionism är ”holistisk” eller inte är enligt min åsikt en fråga om definitioner. Här är en från nationalencyklopedin:

**Holism** (eng., av grek. ho\_los 'hel', 'fullständig'), åsikt enligt vilken helheten är något mer än summan av delarna. Som logisk, metafysisk och kunskapsteoretisk uppfattning innebär holismen (hos t.ex. Hegel eller Bradley) att helheten är primär i förhållande till delarna och att delarna måste förstås utifrån helheten snarare än tvärtom (motsats: "logisk atomism").

Några kommentarer om:

### **Kvantmekanik, Kaos & Komplexitet**

- ★ Även enkla klassiska system är oftast KAOTISKA
- ★ Även kaotiska system kan uppvisa regelbundenheter - annars ingen "kaosteori".
- ★ **Kvantmekaniken tenderar att "ordna kaos".**
- ★ Klassiska system med "enkla spelregler" kan uppvisa mycket komplexa mönster (i rum och tid).

Fysik och Mystik - 2009

Det är viktigt att komma ihåg att fastän de flesta mekaniska system är kaotiska, så kan de ändå uppvisa en stor regelbundenhet under en lång tid. Ett klassiskt problem är huruvida solsystemet är stabilt. Denna fråga kan inte besvaras, men ett berömt resultat inom kaosteori (fast det hette inte så på den tiden) är det s.k. KAM teoremet. Enligt detta är det åtminstone *möjligt* att solsystemet är stabilt. Och att tidsskalan för ett eventuellt kaotiskt uppförande är mycket lång, det vet vi ju av erfarenhet.

"Regelbundenheten i kaos" som jag hänvisar till har framförallt att göra med hur övergången sker mellan ett regelbundet och ett kaotiskt uppförande när någon yttre parameter ändras.

I populära framställningar får man ibland intrycket av att den klassiska mekaniken är "lagbunden och deterministisk" medan kvantmekaniken är "kaotisk och ickedeterministisk". Förutom den inneboende indeterminism som har att göra med sannolikhetsstolkningen av kvantmekaniken, så är det faktiskt tvärtom. Det är p.g.a. att kvantmekaniken "tämjer" den potentiellt kaotiska klassiska mekaniken som man kan få stabila strukturer som atomer, molekyler och kristaller.

Så kan t.ex. mycket enkla regler generera s.k. fraktala strukturer som i viss mening har en icke heltalig dimension. Ett enkelt, och ofta citerat exempel, är en karta över en kustlinje som uppvisar nya oregelbundenheter vid varje förstoring.