

## Sökandet efter intelligent liv i rymden

### Föreläsning 5: Fermis paradox I



## Tentalokal spikad!

- Skriftlig tenta 11 november 14:00-17:00
- Plats: Bergsbrunnagatan 15, Sal 1 (Boländerna)
- Anmälan i Studentportalen senast 30/10!



## Upplägg

- Fermis paradox
- Lösningar av typen:
  - "Dom är här"
  - "Dom är här men har inte tagit kontakt med oss"
- The doomsday argument

Webb: Kapitel 1-4

## Enrico Fermi

- Levde 1901-1954
- Fick Nobelpriset i fysik 1938
- Spelade viktig roll i Manhattanprojektet ("atombombens fader")
- Gav upphov till den s.k. Fermiparadoxen genom kommentaren "Where is everybody?" vid ett vardagligt lunchsamtal 1950



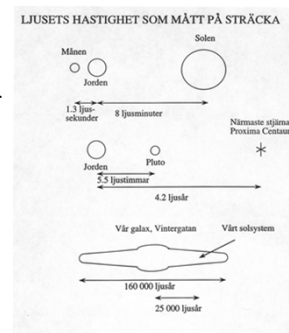
## Vad är Fermis paradox?

- Om utomjordiska civilisationer nu är så vanliga i Vintergatan (som antydades av tidiga uppskattningar med Drake-ekvationen), varför har vi inte redan sett bevis på deras existens?
- Inga tydliga bevis för utomjordiska rymdsonder, artefakter eller signaler → "Var är allihop?"

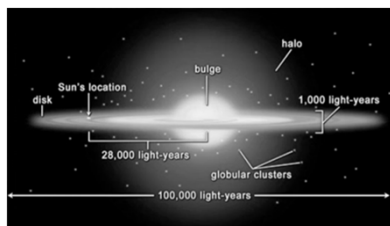


## Repetition: Ljusår

- Vad är ett ljusår?
- Den sträcka ljuset hinner färdas på ett år
- Ljuset färdas med en hastighet av 300 miljoner meter per sekund
- Ett ljusår  $\sim 9 \times 10^{15}$  m (en nia med 15 nollor efter)



## Kolonisering av Vintergatan



- Vintergatan är gammal (ca 13 miljarder år)
- Vintergatan är 100 000 ljusår från kant till kant
- En teknologiskt avancerad civilisation borde ha kunnat kolonisera Vintergatan på 1-100 miljoner år, dvs. på 0.008-0.8% av dess ålder
- Vintergatan borde vara koloniserad flera gånger om!

Mer om interstellära resor i föreläsning 8

## Lösningsskategorier

Så, var är allihop?

- Kategori I: "Dom är här" (kapitel 3 i Webb)
- Kategori II: "Dom existerar men har inte tagit kontakt med oss" (kapitel 4 i Webb)
- Kategori III: "Dom existerar inte" (kapitel 5 i Webb)



## Kategori I: "Dom är här"

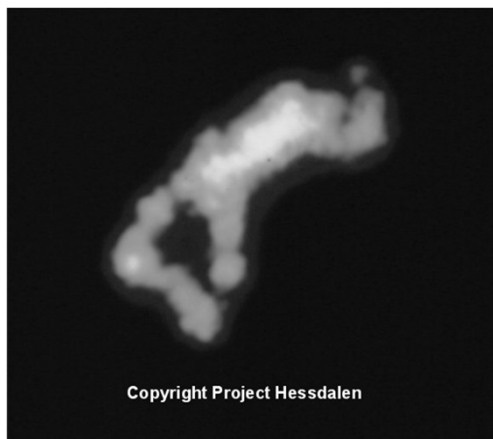
- Lösning 4: Dom är här och spanar på oss från UFO:n (Webb, sid 37)
- Lösning 5: Dom var här förut och har lämnat artefakter efter sig (Webb, sid 42)
- Lösning 6: Vi är utomjordingarna (Webb, sid 59)
- Lösning 7: Zoo-scenariot (Webb, sid 61)
- Lösning 9: Planetarium/simulerings-scenariot (Webb, sid 66)

## Lösning 4: Dom är här och spanar på oss från UFO:n

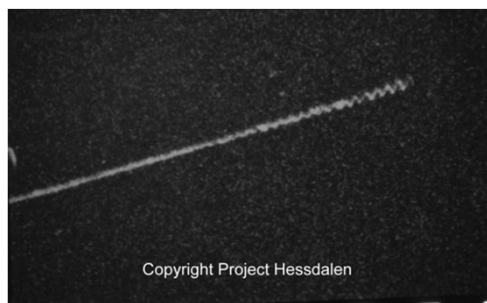
- Unidentified flying objects (UFO) = Besökare från rymden?
- En av de populäraste lösningarna på paradoxen bland allmänheten, men inte i forskarsamhället
- Många UFO-observationer är mycket riktigt oförklarade, men betyder detta att det är fråga om rymdvarelser?



"Flygande tefat"

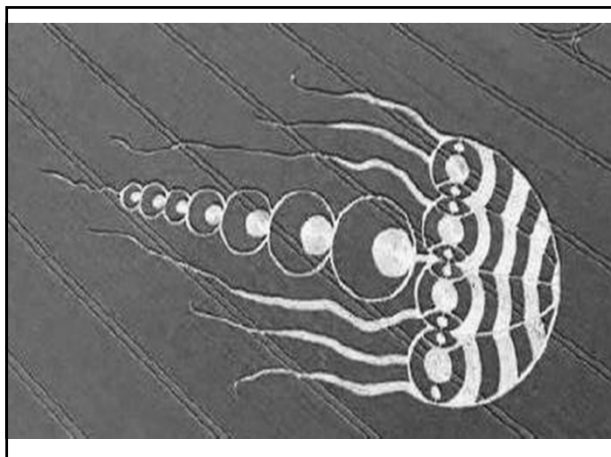


Copyright Project Hessdalen



Copyright Project Hessdalen

## Crop circles



## Närkontakt av tredje graden

- Finns många dokumenterade påståenden om samtal med utomjordingar, bortföranden, övergrepp och medicinska experiment ombord på rymdskepp, inopererad utomjordisk teknologi osv.
- Märkligt, visst – men oftast omöjligt att granska sanningshalten
- Jämförelse: Många anser sig ha "mött Gud", men vetenskapen anser inte att detta är bevis för Guds existens



Rael

## Närkontakt av tredje graden – vad menas?

### Allen Hyneks skala:

- Första graden: Visuellt observation av UFO
- Andra graden: Samma + ytterligare fysiska bevis (ex. märken efter landning på marken)
- Tredje graden: Visuellt observation av besättningsmedlemmar (eller andra okända varelser) i närheten av UFO
- Utökad skala – fjärde graden: Bortförd av UFO!

## Lösning 5: Dom var här förut och har lämnat artefakter efter sig

Erich von Däniken (1935-) har populariserat idén om att:

- Pyramiderna, Stonehenge, statyerna på Påskön, Nazca-linjerna m.m. tyder på att människor växelverkat med utomjordingar
- Flera av världsreligionerna har uppkommit i mötet med utomjordingar



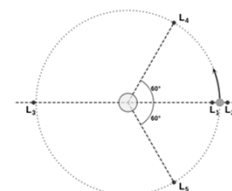
Erich von Däniken



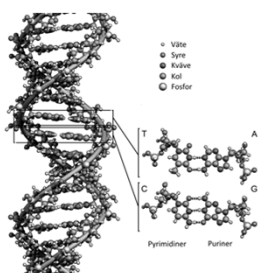
Nazca-linjer

## SETA

- Om utomjordingar ville övervaka oss under långa tidsrymden vore Lagrangepunkterna i jordens bana praktiska gömställen
- SETA (Search for Extraterrestrial Artefacts) sysslar ex. med att försöka hitta sonder i Lagrangepunkterna
- Sökningar efter större, artificiella föremål i dessa punkter har genomförts, men utan framgång



## Meddelanden i vår DNA



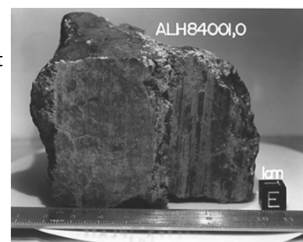
Intressant möjlighet:

- Utomjordingarna har lämnat information, snarare än föremål, efter sig, exempelvis signaler inkodade i vår DNA

Sid 112-115 i Davies

## Lösning 6: Dom är vi

- Kanske livet på jorden inte uppstod spontant, utan spreds hit efter att först ha uppstått någon annanstans
- Livet uppstod märkligt snabbt på vår planet, vilket kan ses som ett stöd för detta
- Om medveten spridning: Riktad panspermi



Marsmeteoriten ALH84001, innehållande små strukturer som tolkats som mikrofossil. Om korrekt, kan det tyda på att livet först uppstod på Mars, för att sedan spridas hit.



## Lösning 7: Zoo-scenariot

- En mer högstående civilisation har skurit av oss från "den Galaktiska klubben" och planterat oss i en kosmisk karantän/bur/nationalpark, där vi tillåts utvecklas i fred
- Zoopersonalen (utomjordingarna) vill inte bli sedda, och därför ser vi dem heller inte



### Lösning 9: Planetarium/simuleringsscenariot

- Vi lever i en datorsimulering
- Endast jordytan (och kanske solsystemet) är simulerade i detalj, medan den mer avlägsna rymden bara är en avancerad kuliss
- Simuleringen designad utan utomjordingar → lösning på Fermis paradox
- Vem skapade då simuleringen? Kanske utomjordingar... Kanske vi själva....



### Nick Boströms argument

- Antag att man i framtiden kommer att kunna skapa trovärdiga simuleringar av verkligheten, kompletta med artificiella, medvetna livsformer som befolkar dem
- Kanske kommer man att vilja skapa simuleringar av förfluten tid → Fler simuleringar av jorden på 2010-talet än "the real thing"
- Såvida inte mänskligheten avstår från att skapa sådana simuleringar, eller aldrig uppnår förmågan att göra det, är det mer troligt att vi lever i en datorsimulering än i en "äkta" värld



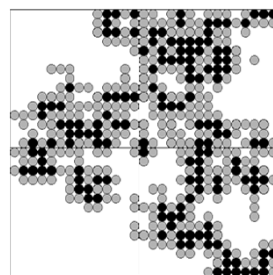
The Truman Show

### Kategori II: "Dom existerar men har inte tagit kontakt med oss"

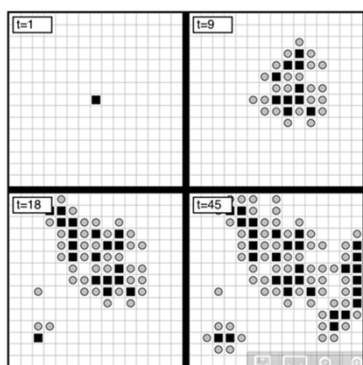
- Lösning 13: Koloniseringen har missat oss (Webb, sid 93)
- Lösning 19-20: Dom stannar hemma (Webb, sid 110-113)
- Lösning 24: Rymden är full av farliga livsformer (Webb, sid 123)
- Lösning 25-26, 30, 34: Dom har kommunicerat, men vi fattar det inte eller lyssnar inte på rätt sätt (Webb sid 124-141, 147-148, 158-160)
- Lösning 36-39: Utomjordiska civilisationers livstid är kort (Webb, sid 164-183)
- Lösning 40: Tjockt molntäcke (sid 183)

### Lösning 13: Koloniseringen har missat oss

- Stora avstånd (långa kommunikationstider) kan kräva autonoma kolonier
- Simuleringar visar att koloniseringen då sker mycket ojämnt genom Vintergatan
- Stora, okoloniserade områden kvarstår
- Kanske råkar vi befinna oss i ett sådant "hål"?



Perkolationsimulering



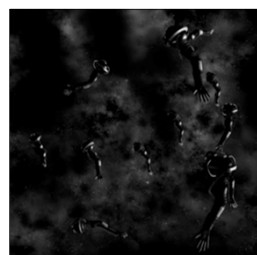
### Lösning 19-20: Dom stannar hemma

- Är högstående civilisationer nödvändigtvis intresserade av rymdfart?
- Interstellära rymdresor kan ta miljontals år – kanske är det i allmänhet mer tillfredställande att utforska virtuella världar



## Lösning 24: Rymden är full av farliga livsformer ("bärsärkar")

- Extremt aggressiv livsform uppstår tidigt i Vintergatans historia, sprider sig och förgör alla andra civilisationer som den kommer i kontakt med
- Kommunikationsförsök = undergång → Alla som är medvetna om bärsärkarnas existens håller tyst för att inte röja sin position, och resten får mycket kort livslängd



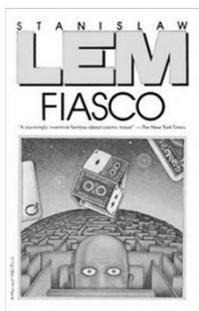
Mantrid drones från Lexx

- Defekta eller felprogrammerade robotsonder skulle kunna fylla samma funktion
- "Bärsärkar" skapar ett Fermiproblem i sig – om de existerar, varför har de då inte redan utplånat oss?
- Mänsklighetens radiosändningar har pågått ca 100 år → Är bärsärkarna här snart ?!

## Lösning 25-26, 30, 34:

Dom har kommunicerat, men vi fattar det inte eller lyssnar inte på rätt sätt

- Fel signalbärare antagen (inte ljus utan partiklar eller gravitationsvågor)
- Fel radiofrekvens
- Fel sökstrategi
- Annan matematik än vår



## Fel radiofrekvens

- Radioobservationer: Observationer av ljus med frekvens 1 MHz - 300 GHz
- Universum är full av naturliga radiokällor (ex. stjärnor, galaxer och interstellär gas)
- En civilisation som vill kommunicera väljer lämpligen en signaltyp som skiljer sig från "bruset"



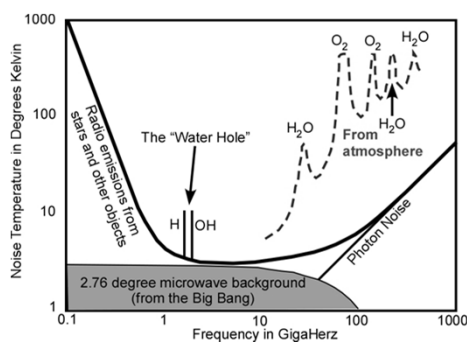
## Fel radiofrekvens



## Fel radiofrekvens

- En "smal" signal (litet frekvensintervall) sticker ut bland rymdens många "breda" ljuskällor
- Frekvens > 30 GHz: Jordens atmosfär "högljudd"
- Frekvens < 1 GHz: Vintergatan "högljudd"
- Atomärt Väte (H) sänder vid 1.42 GHz
- Molekylen OH sänder vid 1.64 GHz
- "Vatten viktigt för liv" och  $H + OH \rightarrow H_2O$  (Vatten)
- Vattenhållet: Naturligt "tyst" område mellan 1.42-1.64 GHz - bra område att "avlyssna", och mycket signalspaning har fokuserat på detta intervall

## Fel radiofrekvens



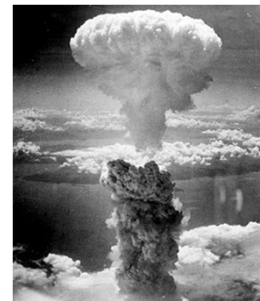
Men varför inte exempelvis  $\pi \times 1.42$  GHz?

## Lösning 36-39: Utomjordiska civilisationers livstid är kort

Drakes ekvation: Kort livslängd → Få kommunicerande civilisationer

Föreslagna skäl till kort livslängd:

- Krig
- Överbefolkning
- Farlig partikelfysik
- Farlig nanoteknologi



## Farlig partikelfysik

- Från SF-serien *Lexx* (1997-2002): "It is a classical type 13 planet, which typically destroys itself at this stage in its development (...) sometimes through war, often through environmental catastrophies. But more commonly a type-13 planet is unintentionally collapsed into a pea-sized object by scientists trying to determine the mass of the Higgs boson particle"

## Är Large Hadron Collider farlig?

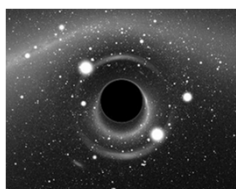
- Large Hadron Collider (LHC) är en stor partikelaccelerator i Genève som sattes i bruk 2009
- Ett av målen: Upptäcka Higgs-bosonen, en partikel som förklarar varför andra partiklar har massa
- Higgs-bosonen funnen 2012 vid LHC → Nobelpriset i fysik 2013



## Svarta hål och strangelets I

Potentiell fara med LHC: Kollisionerna skapar exotiska partiklar som kan vara farliga för jorden

- Svarta hål: Objekt med så stark gravitation att inte ens ljuset kan undkomma dem. Växer i massa genom att svälja materia. LHC skulle i princip kunna framställa mikroskopiska svarta hål.
- Strangelets: Hypotetiska klumpar av Upp-, Ned- och Särkvarkar (eng. strange quark) som skulle kunna omvandla all materia den stöter på till strangelets

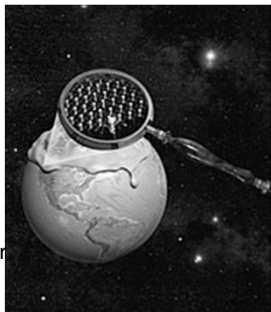


## Svarta hål och strangelets II

- Men:
  - Svarta hål av denna storlek drar inte till sig materia som ett stort gör → jorden säker
  - Strangelets: Tidigare partikelacceleratorer borde ha varit bättre strangelet-producenter, och inget hände → jorden säker
- Dessutom: LHC gör inget som universum redan gjort sedan Big Bang, och jorden och månen har uppenbarligen klarat bombardemang av allsköns kosmiska partiklar tämligen länge

### Farlig nanoteknologi: The Gray Goo Problem

- Skapandet av framtida nanorobotar verkar inte helt osannolikt givet nanoteknologins framsteg
- Självreproducerande nanorobotar som av misstag släpps lösa skulle kunna förvandla hela jordens yta till nanorobotar + avfallsprodukter ("gray goo") under loppet av några dagar



### Lösning 40: Tjockt molntäcke



- Civilisationer som fötts på planeter med konstant molntäcke, i hav under fast yta (ex. månen Europa) eller i delar av galaxen där himlen aldrig blir särskilt mörk kanske aldrig utvecklar astronomi och blir medvetna om den omgivande rymden

### The doomsday argument I

- The doomsday argument (kallas  $\Delta t$  argument av Webb): Ett resonemang som leder fram till en uppskattning av mänsklighetens fortsatta livslängd (4500 år till 6,8 miljoner år, med 95% säkerhet)
- Tillskrivs ofta Richard Gott (1993), men argumentet uppfanns först av Richard Carter (1983)



### The doomsday argument II

- 1969 besökte Gott Stonehenge och Berlinmuren
- Gotts resonemang: Om jag är en godtycklig observatör av dessa monument, betyder det faktum att Stonehenge stått kvar längre att det förmodligen kommer att ha längre total livslängd
- Gott förutspådde att Berlinmuren skulle ha 50% att stå kvar ca 3-24 år (blev 20 år)



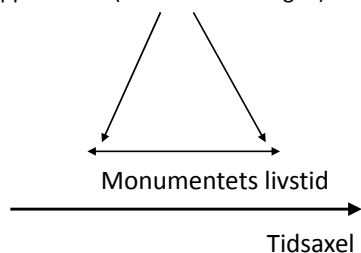
Stonehenge: ca 2000 f.Kr. - ?



Berlinmuren: 1961-1989

### The doomsday argument III

Om jag är en godtycklig observatör som observerar monumentet vid en godtycklig tidpunkt är det statistiskt osannolikt att jag råkar göra min observation mycket nära uppförandet (eller demonteringen)



### The doomsday argument IV

#### Argumentet applicerat på mänskligheten:

- Föremålet eller företeelsen har en 95%-ig chans att ha en fortsatt livstid om 1/39 till 39 gånger den nuvarande åldern
- I fallet med mänskligheten: Homo sapiens har funnits i 175 000 år
- $1/39 \cdot 175\,000 \text{ år} \approx 4500 \text{ år}$
- $39 \cdot 175\,000 \text{ år} \approx 6,8 \text{ miljoner år}$