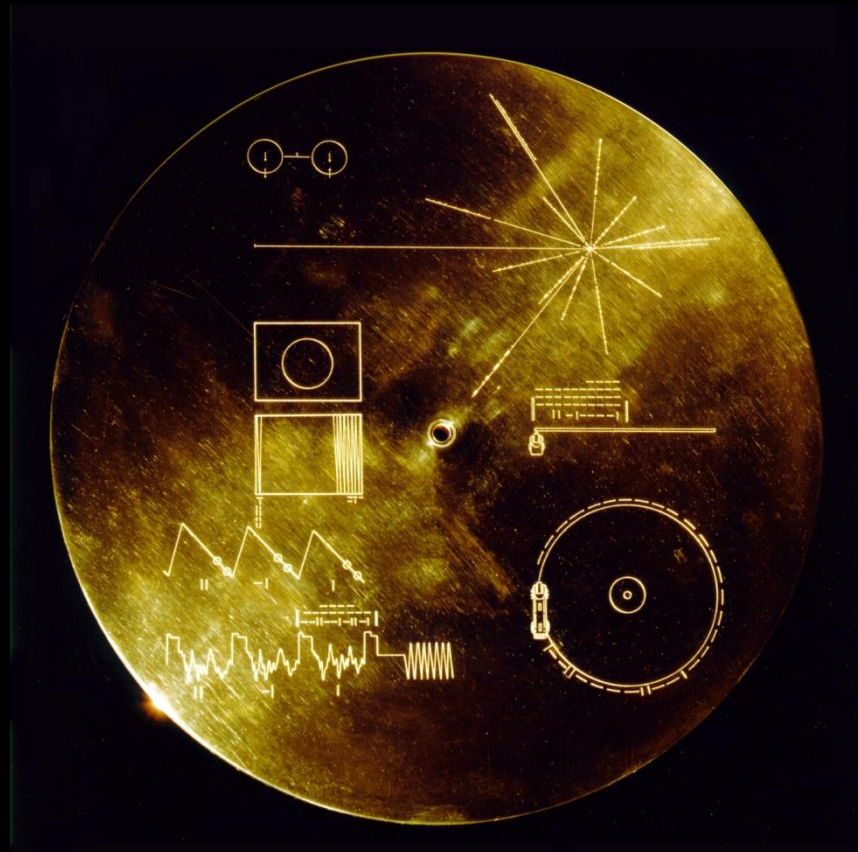


Intelligent liv i Universum – Är vi ensamma?

Föreläsning 11: Meddelanden till utomjordiska civilisationer



Kommentarer till inlämningsuppgift 2

Uppgift 2: Inget mikroskopiskt liv på Mars
bra för mänskligheten – hur då?

Exempel på potentiellt svåra utvecklingssteg
på vägen till långlivat galaktiskt "imperium":

- Lämpligt stjärnsystem
- Reproducerande molekyler
- Prokaryoter (primitivt liv)
- Eukaryoter (avancerat liv)
- Intelligent livsformer
- Avancerad rymdteknologi
- Storskalig kolonisering



Här är vi nu

Kommentarer till inlämningsuppgift 2

- Men: Inget synbart imperium → Något steg på vägen är mer osannolikt än vi tror
- "The great filter": Mekanism som tvingar ned N i Drakes ekvation till litet tal och har förhindrat uppkomsten av rymdimperium
- Exempel:
 - Uppkomsten av reproducerande molekyler extremt osannolikt →  Avsaknad av liv på Mars tippas över vågskålen till förmån för ett tidigt filter
 - Filtret i vår förflutna (vi har haft tur och redan klarat hindret)
 - Kosmisk katastrof ger civilisationer mycket kort livslängd → Filtret i vår framtid (hindret dyker snart upp)

Upplägg

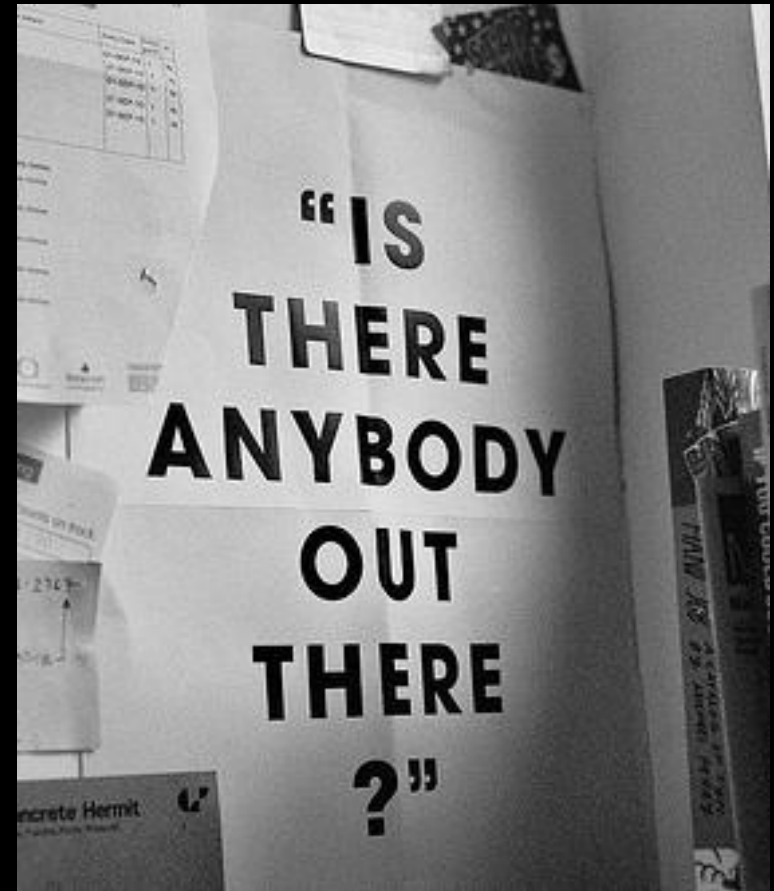
- Motiv för att sända
- Historik: Vad har skickats?
- Meddelandenas utformning
- Utomjordiska språk
- Felkorrektion
- Dessutom: Information om tentan

Davies: Kapitel 10

Webb: sid 118-120 } Från tidigare
läsanvisningar

METI eller aktiv SETI

- METI: Messaging to Extra-Terrestrial Intelligence
- Vanligtvis synonymer, men en del föredrar:
 - **Aktiv SETI**: Syftar till att kunna få kontakt med utomjordingar (tvåvägskommunikation) genom att påkalla utomjordingars uppmärksamhet
 - **METI**: Syftar till att få slut på "The eerie silence" och sprida budskapet "Ni är inte ensamma!", oavsett om tvåvägskommunikation kan uppnås eller inte



För och emot METI

- För:
 - Om vi någonsin ska få ett svar, måste vi börja sända
 - Om mänskligheten går under imorgon har vi i alla fall möjligen bevarat någonting för eftervärlden
 - Sprida budskapet "Ni är inte ensamma!"



För och emot METI

- Emot:
 - Tänk om vi drar till oss illasinnade utomjordingar?
 - **Motargument: Men vi sänder ju redan hela tiden! Varför inte skicka ett genomtänkt budskap?**

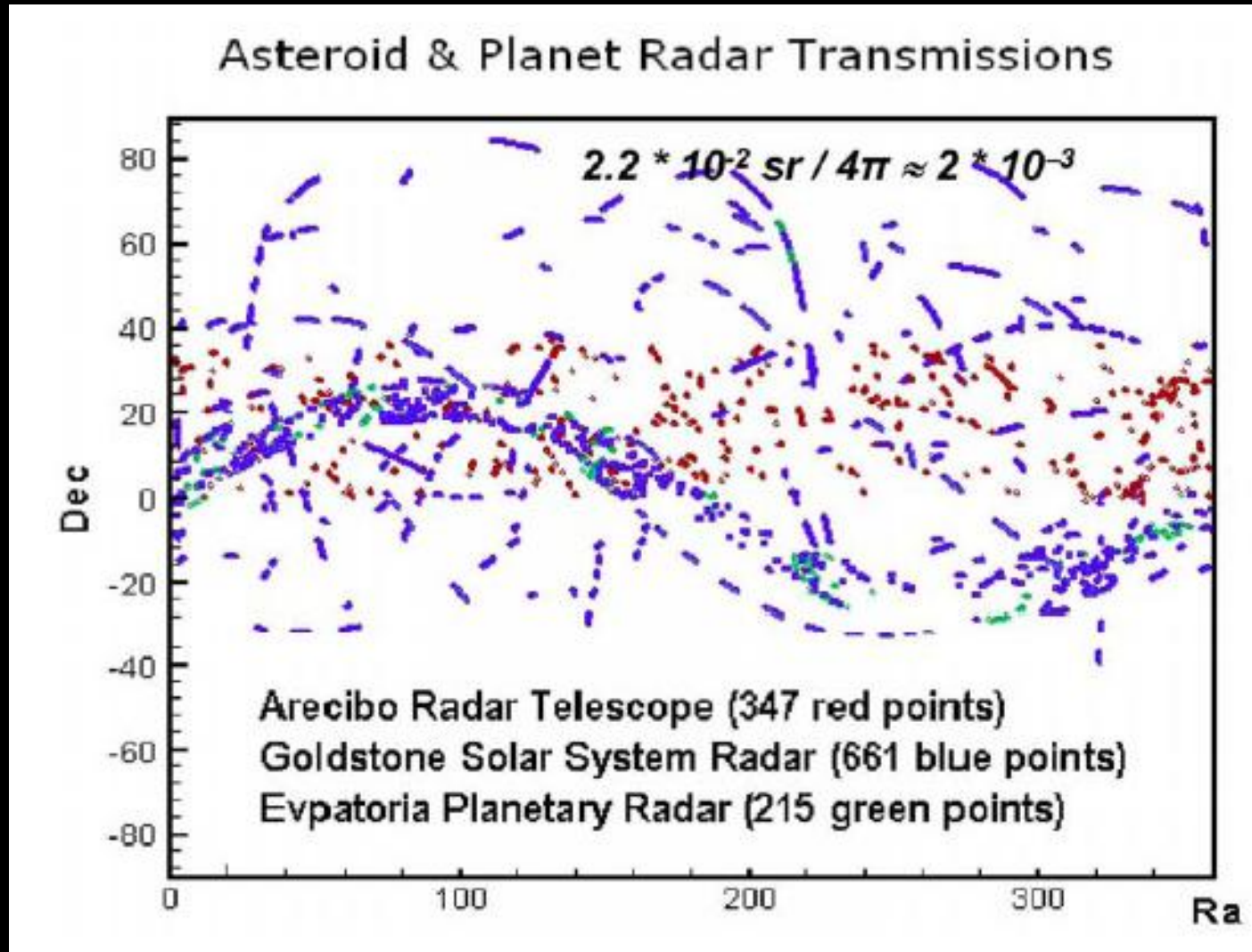


Radioläckage från jorden

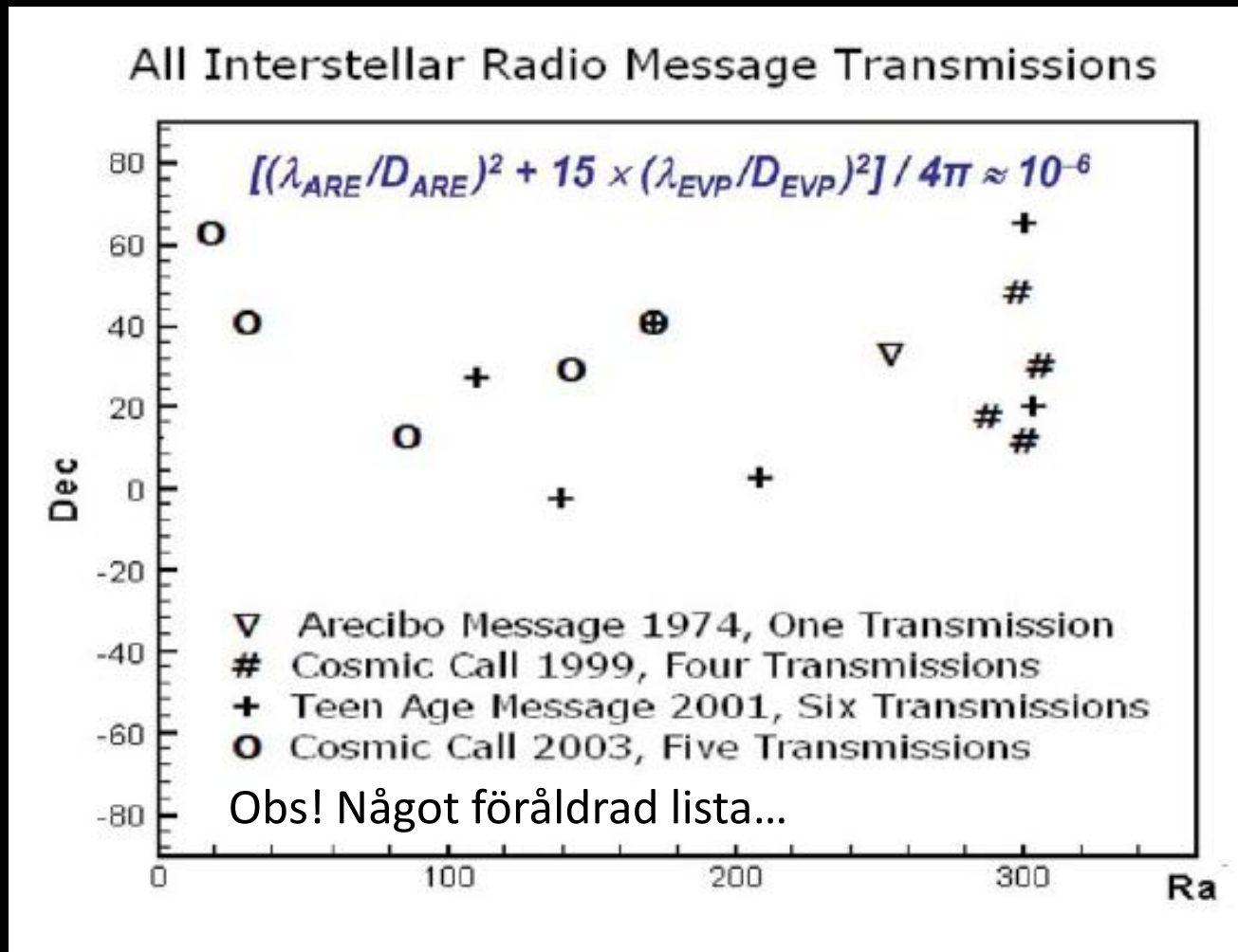
- Dominerande läckage:
 - Astronomisk radar
(starkast, men sänder bara ibland)
 - TV, militär radar
(många sändare, arbetar oavbrutet)
- Sullivan (1978): Utomjordiskt Arecibo-teleskop kan uppfånga våra TV-sändningar på avstånd ≈ 2 ljusår och militär radar på avstånd ≈ 20 ljusår



Jordens planetradar – mål på himlen



METI – mål på himlen



Poäng: METI står för mycket liten del av mänsklighetens interstellära radiosändningar

Historik: Vad har skickats?

- Rymdsonder med meddelanden:
 - Pioneer 10 & 11
 - Voyager 1 & 2
- Radiomeddelanden:
 - Morse-meddelandet
 - Arecibo-meddelandet
 - Cosmic call 1 & 2
 - Teen Age Message (Sic!)
 - Across the Universe
 - A message from Earth
 - Doritos
 - Hello from Earth
 - Sentforever.com
 - The Wow! reply

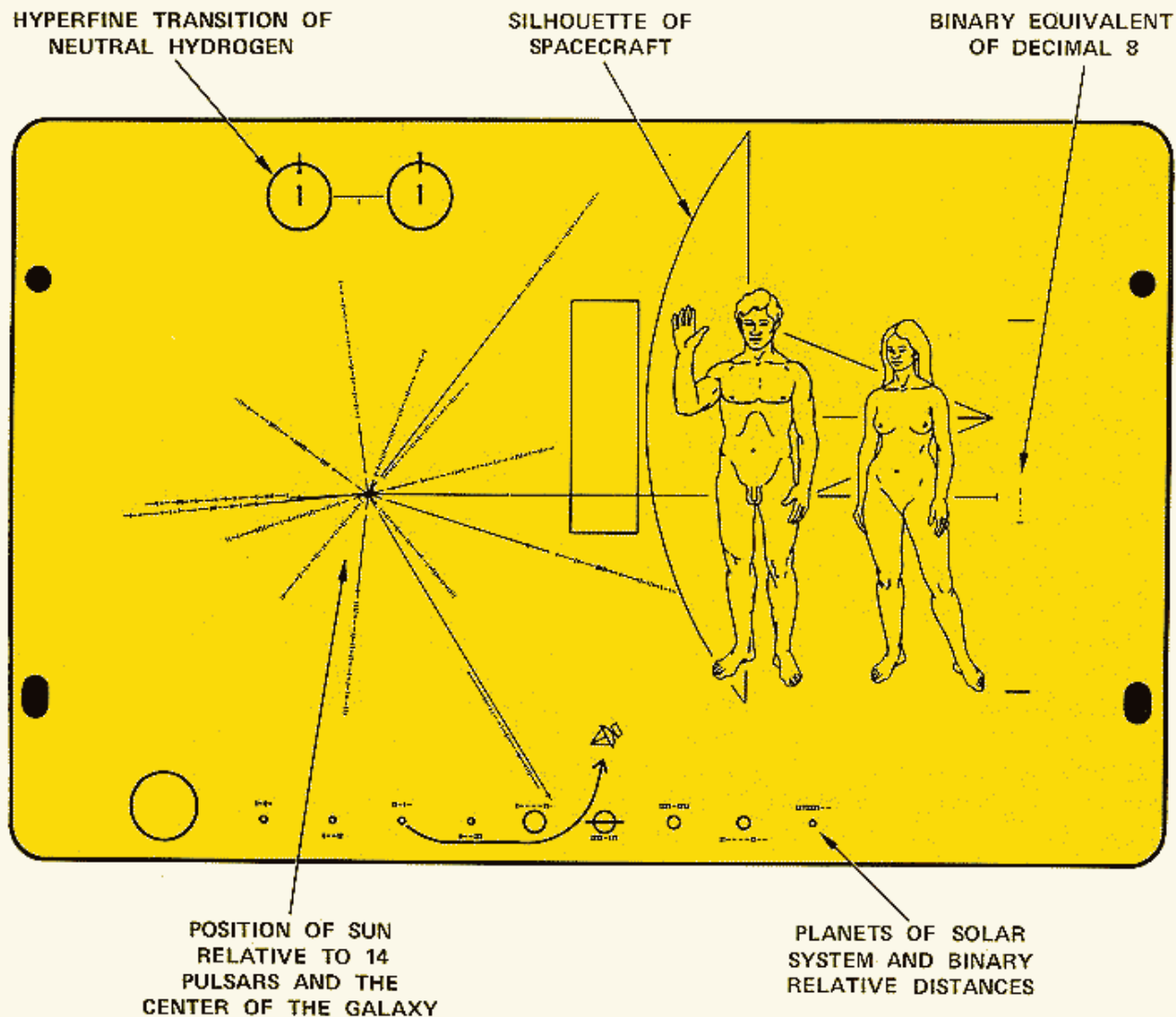
Obs! Ej fullständig lista – finns många fler (Altair message, NASDA cosmic college, Encounter 2001, RuBisCo Stars...)

Morse-meddelandet (1962)

- Skickat från Yevpatorias planetradar, Ukraina mot Venus
- Meddelande: *MIR*, *Lenin*, *SSSR* på Morse-kod



Pioneer 10 & 11 (1972 & 1973)



Designade av
Frank Drake,
Carl Sagan
och Linda
Salzman Sagan

Pioneer 10 & 11 (1972 & 1973)

- Kritik av designen:
 - Pil: Svårbegriplig symbol för utomjordingar
 - Mannen med handen höjd till hälsning, kvinnan (könlös) passiv bredvid
- Rymdsonderna ligger 107 respektive 86 astronomiska enheter från jorden

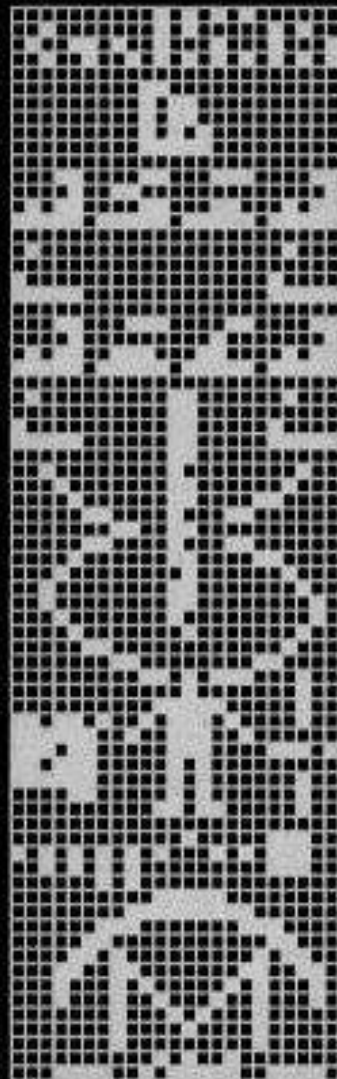


Arecibo-meddelandet (1974)

- Skickat från Arecibo-teleskopet mot den klotformiga stjärnhopen M13, 25000 ljusår bort
- Binär kod med 1679 siffror, som via primtalsfaktorisering blir en avbildning med sidorna 23 x 73



Arecibo-meddelandet (1974)



Numbers 1 to 10, reading right to left

Atomic numbers of key biological elements

Formulas for sugars and bases in nucleotides of DNA

Double helix of DNA. Vertical bar indicates number of nucleotides in DNA

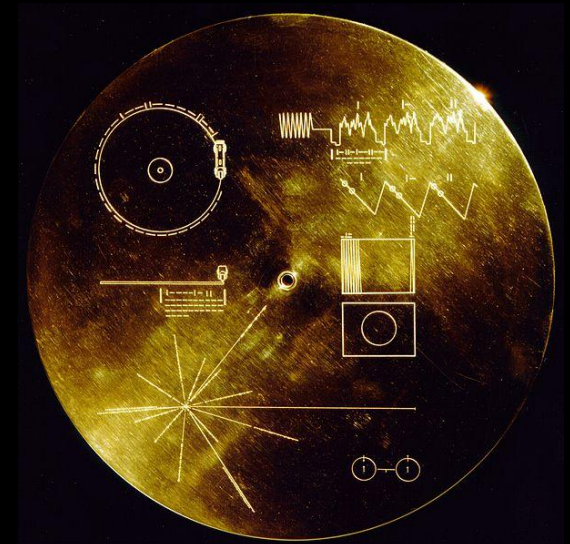
Human figure, height of human (right), human population (left)

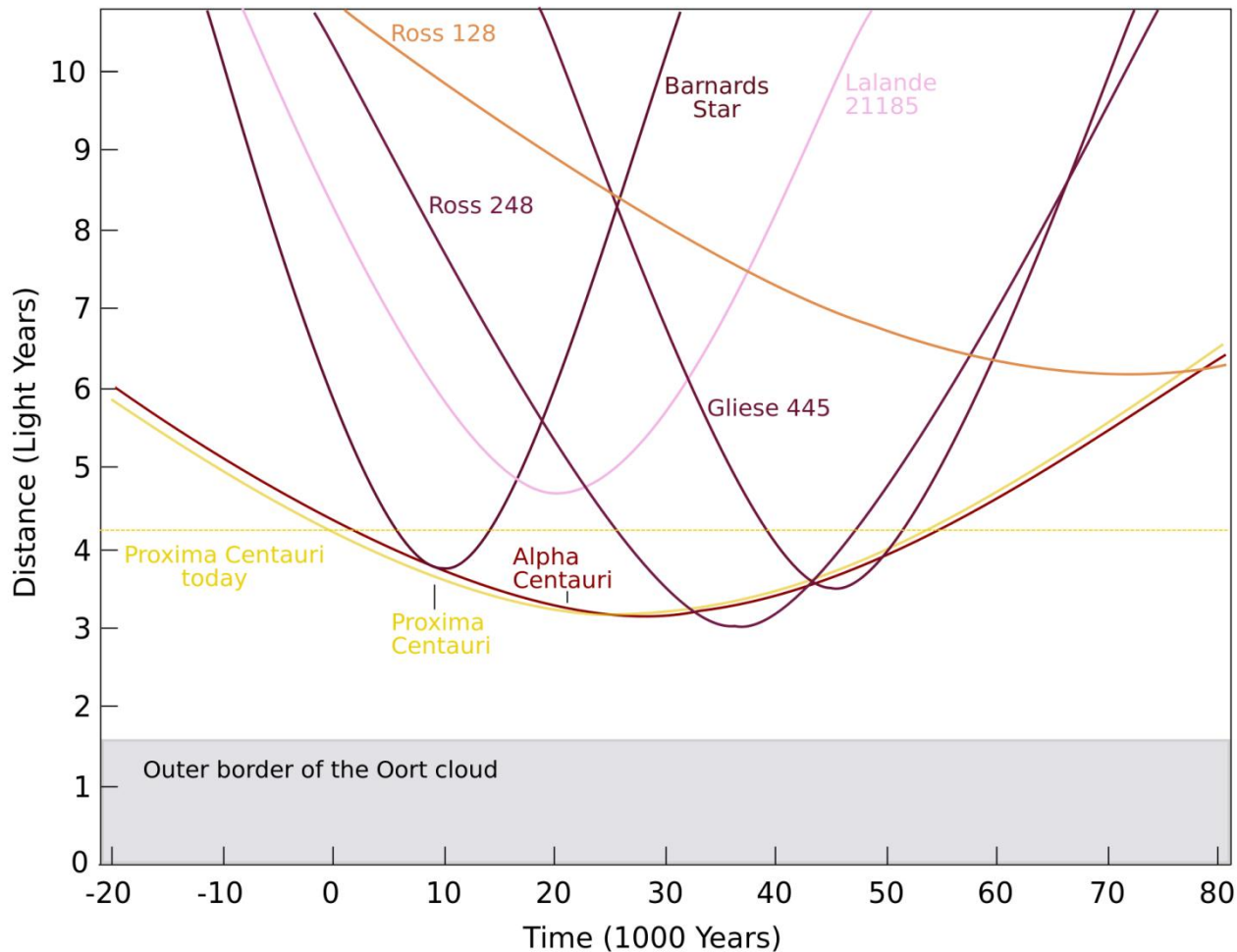
Solar System, with Earth displaced upward

Arecibo dish, with diameter

Voyager 1 & 2 (1977)

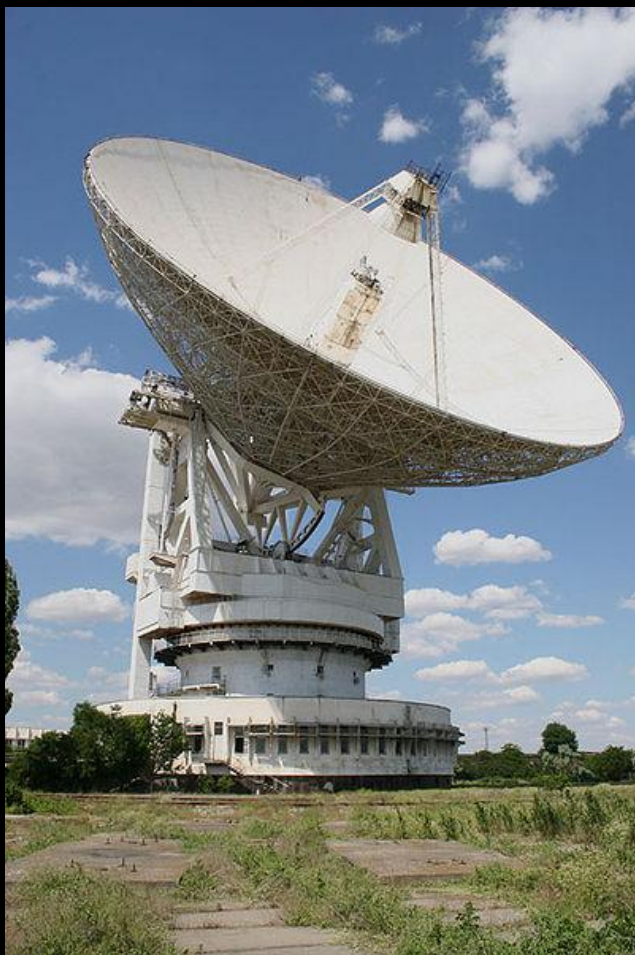
- Inristade instruktioner om hur skivan ska spelas, hur bilderna ska återskapas osv.
- 116 bilder: Astronaut, flygplan, jorden, människor som äter, DNA etc.
- Hälsningar på 55 språk
- Valsång, åska, gråtande bebis, Mozart, Beethoven, Chuck Berry m.m.





Voyager 1 kommer inom 1.6 ljusår från Gliese 445 om 40000 år (då en av våra närmaste stjärnor)

Cosmic call (1999 och 2003)



- Skickat från Yevpatorias 70-meters teleskop
- Finansierades av ett Texas-baserat företag som gick i konkurs 2004
- Skickades mot 4 resp. 6 närbelägna, solliknande stjärnor (inom 50 ljusår)
- Innehöll blandade vetenskapliga meddelanden (bl.a. Arecibo-meddelandet), men även personliga hälsningar från 1000-tals människor spridda över 50 länder, samt David Bowies *Starman*

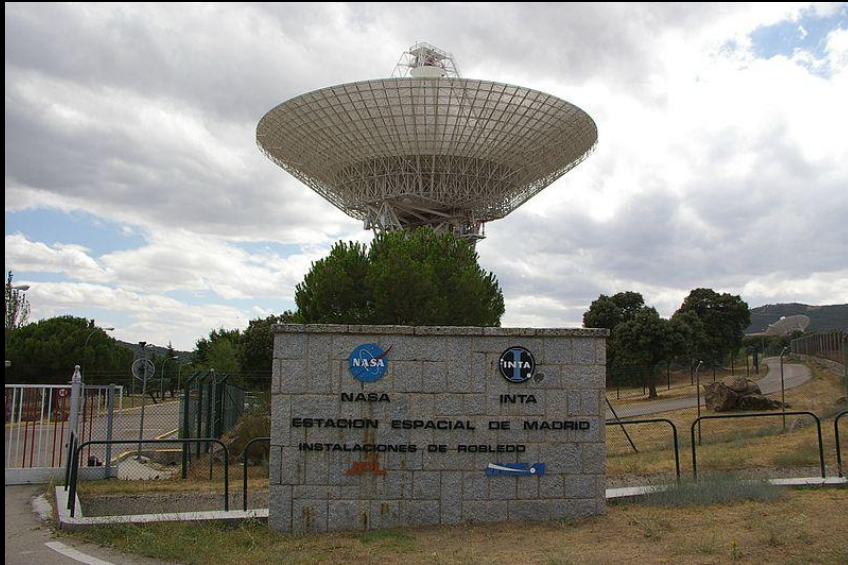
Sic!

Teen Age Message (2001)

- Skickat från Yevpatorias 70-meters teleskop mot 6 sollika stjärnor
- Innehåller Theremin-konsert samt bilder och skrivna hälsningar skapade av ryska tonåringar



Across the Universe (2008)



- Skickades från 70-metersteleskop nära Madrid för att fira 40-årsdagen av inspelningen av Beatles *Across the Universe*
- Skickades mot Polaris (431 ljusår bort) – inte alls en sollik stjärna



Words are flowing out like
Endless rain into a paper cup
They slither wildly as they slip away across the universe.
Pools of sorrow waves of joy
Are drifting through my opened mind
Possessing and caressing me
Jai Guru Deva (...)
[Beatles: Across the Universe \(1969\)](#)

A message from Earth (2008)

- Skickat från Yevpatorias 70-meters teleskop mot exoplaneten Gliese 581c (6 ggr jordens massa), som vid tillfället troddes ligga i den beboeliga zonen kring Gliese 581
- Sorts tidskapsel från jorden – innehåller 501 meddelanden (bilder och texter) framröstade på det sociala nätverket Bebo
- När fram 2029
- Kostnaden (40 000 USD), bekostades genom reklam
- Syfte: Inspirera unga att tänka på jordens roll i Universum och människans påverkan på jorden

Doritos (2008)



- Brittisk tävling: Skapa en reklamfilm för Doritos (tortillachips) – vinnarbidraget marknadsförs till utomjordingar!
- Skickat från EISCAT på Svalbard mot 47 Ursae Majoris (44 ljusår bort)

Doritos (2008)

Vinnarbidraget:

<http://www.youtube.com/watch?v=5eRAXIo537k>

Hello from Earth (2009)

- 25580 twitter-meddelanden skickade från 70 m-antennen i Canberra Deep Space Communication Complex mot Gliese 581

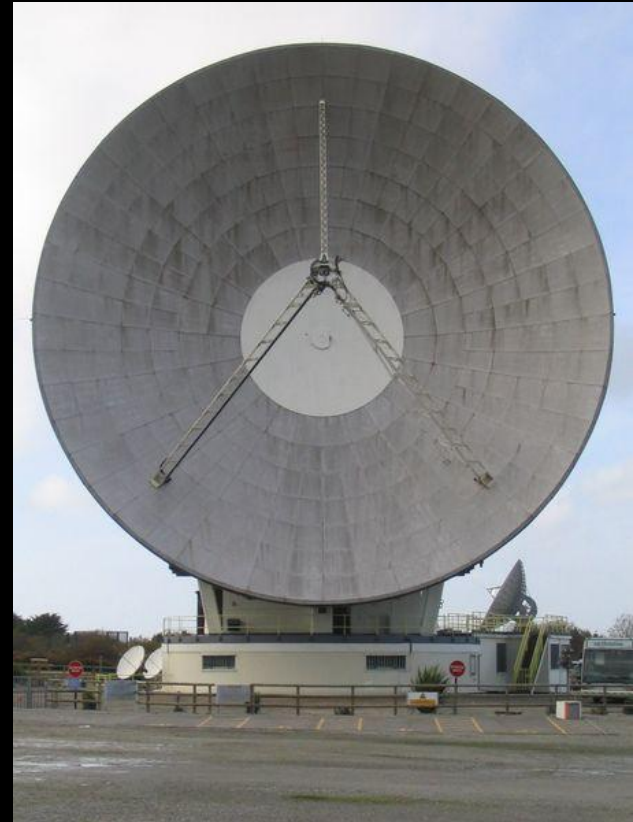


Exempel på meddelanden

- *If you have anti-gravity boots can i buy one? call me 021 880 735 willing to pay you 100 cans of catfood*
- *Australia is the top country to send messages to all you aliens, so that says something!! When you crash and land on Earth, come and visit the Aussies!*
- *Hey I'm Katelyn. I just want to know what's with all the abductions? If you need a volunteer, please take my brothers! Take your pick. I thank you in advance*
- *Do you have McDonald's on your planet?*
- *do you call snot 'snot' there? Or do you have a better word like 'frezzelecheez'?*

Sentforever.com (2008-?)

- Kommersiellt företag i Storbritannien som för 10 pund lät folk skicka ut ett kort textmeddelande i rymden (utan speciell destination) med någon av parabolerna i Goonhilly, Cornwall (f.d. stort center för satellitkommunikation)
- Har tillfälligt(?) blivit av med sin sändningslicens



Antennnen Arthur i Goonhilly

The Wow! Reply (2012)

- Skickades 15 augusti 2012 från Arecibo för att fira Wow-signalens 35-årsdag
- TV-programmet *Chasing UFOs* samlade in meddelanden via twitter och skickade även med några videos med kändisars inlästa meddelanden



Voynich-manuskriptet:

- Berömd 1400-talstext skrivet på okänt språk (chiffer?), med okänd författare och okänt syfte
- Avskräckande exempel på hur svårt det kan vara att tolka något som ändå är skrivet av (och sannolikt för) människor
- Hur svårt måste det då inte vara att förstå utomjordiska meddelanden, eller för utomjordingar att förstå oss?



Voynich-manuskriptet

Metoder för att utforma meddelanden

- Matematiska-vetenskapliga
 - Astraglossa, Lincos
- Avbildande
 - Voyager, Pioneer, Arecibo, delar av Cosmic Call
- Algoritmiska
 - Cosmic OS, Logic Gate Matrices

Strategi: Sändning bör innehålla både meddelandet i sig, men även instruktioner för hur det ska läsas

Lincos (*Lingua Cosmica*)

- Artificiellt språk tänkt att användas för kommunikation med utomjordingar,
- Utvecklat 1960 av Hans Freudenthal
- Först skickas uppslagsbok i Lincos, därefter det faktiska meddelandet
- Exempel:
 - *Ha Inq Hb ?x 4x=10*
“Ha säger till Hb: Vilket x ger $4x=10$?”
 - *Hb Inq Hc ?y y Inq Hb ?x 4x=10*
“Hb säger till Hc: Vem frågade om (ovanstående)”
 - *Hc Inq Hb Ha*
“Hc säger till Hb: Ha”

Användes till viss del i Cosmic call (1999)

Cosmic OS

- Försök till ”kosmiskt programmeringsspråk”, baserat på bara fyra symboler, liknar Lincos
- Först lär man mottagaren reglerna i Cosmic OS, sedan skickar man program
- Kan i princip köras på mottagardator (eller av utomjordisk AI)



Felkorrektion

- Astrofysikaliska processer längs vägen kan störa signalen – bitar av meddelandet kan gå förlorade
- Arecibomeddelandets printalskodning ($23 \times 73 = 1679$) fungerar bara om alla 1679 bitar kommer fram!
- Möjliga lösningar:
 - Skicka flera gånger
 - Använd faxlika sändningar där varje radbyte markeras med speciell sekvens, så att man märker om delar gått förlorade. Ideogram (språksymboler) som spritts över flera rader kan ev. tolkas även om fragment av ideogrammen saknas.

Sändning:

20000000220100010220001000220100010220011100
2200000002 →

Ideogrammet "glad gubbe", spridd över flera
rader för att kunna utläsas även om bitar gått förlorade

200000002

200 00002

201000102

01000102

200010002

20 0100 2

201000102

201000 02

200111002

200111002

200000002

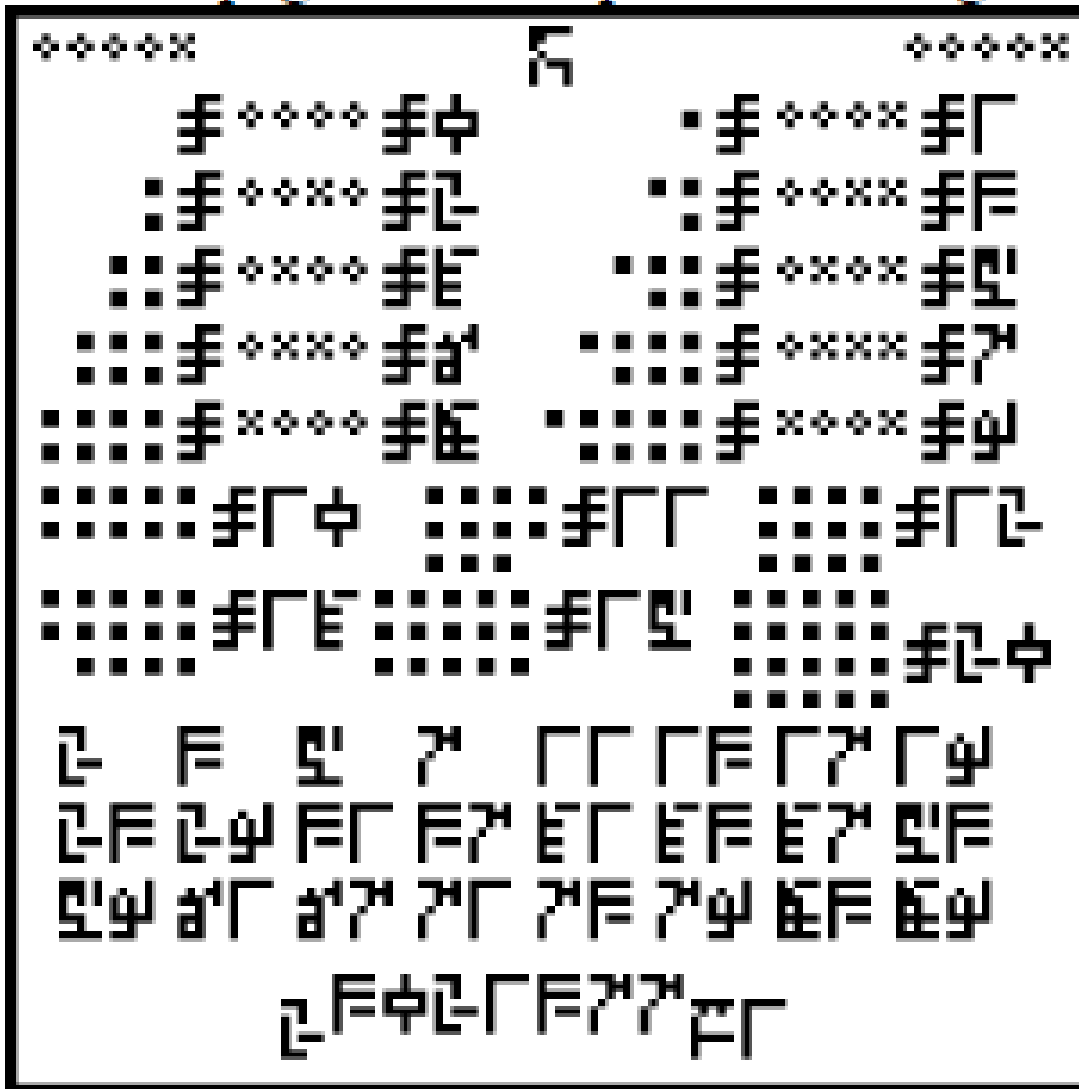
200 0000

Oskadd

Skadad

Men: Är det naturligt för utomjordingar att tolka
tidssignaler som 2-dimensionella ytor?

First page of the Evpatoria message



Sidnummer (1)

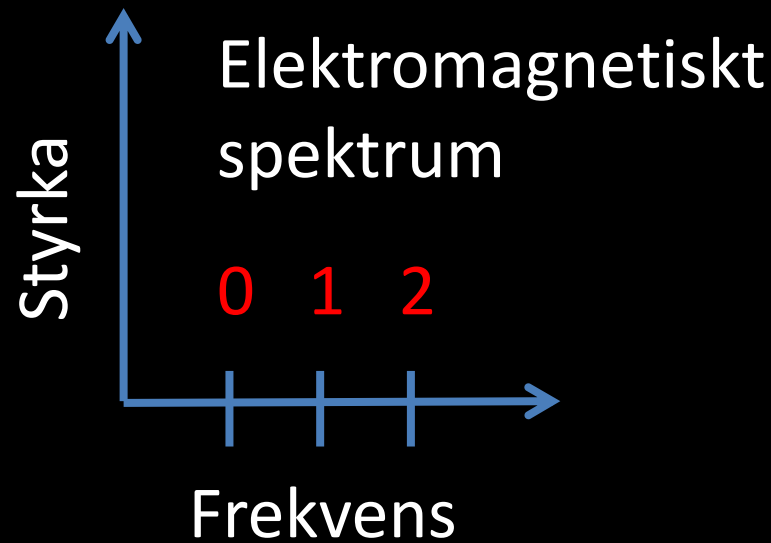
Hur siffrorna
0-20
representeras

De 24 första
primtalen (2, 3, 5,
7, 11, 13... 89)

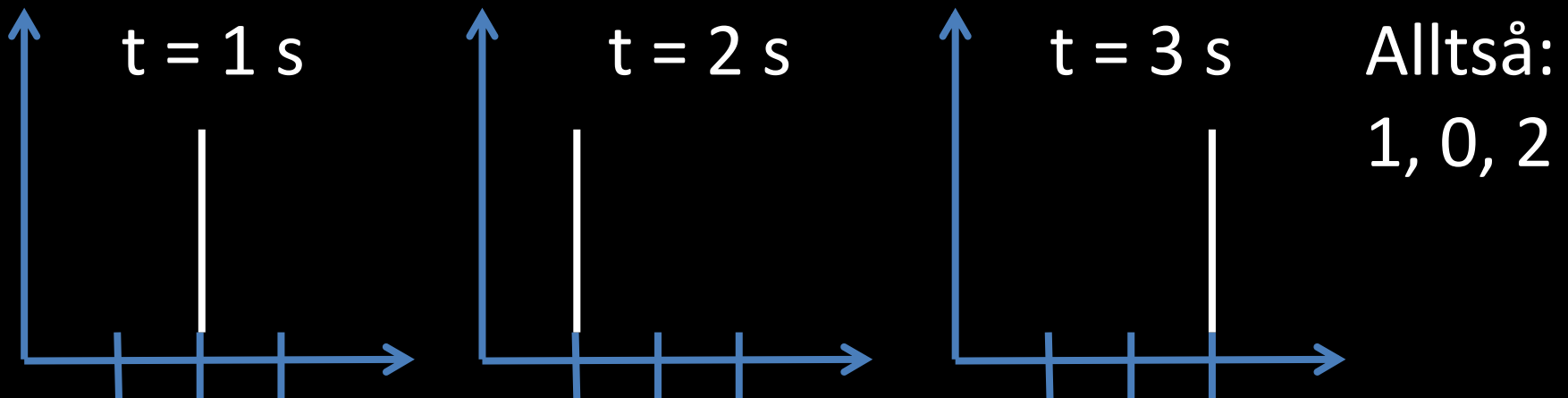
Det största kända
primtalet (år 1998)
 $2^{3021377}-1$

Sändning med enkel frekvensmodulering

Princip:



Tidsserie (exempel på meddelande):



Tenta

- 19:e december, 18:00-20:45 i Oscar Klein-salen, AlbaNova
- Hjälpmedel: Penna, papper, sudd, miniräknare (om man vill), kursböcker, anteckningar inkl. utskrivna föreläsningbilder (powerpoint-slides)
- Obs! Ej dator eller mobiltelefon



Bonuspoäng på tentan

- Exempel:
 - 25 av 30 poäng på inlämningsuppgift 1
 - 18 av 20 poäng på inlämningsuppgift 2
 - Tentaresultat: 30% av maxpoängen
- Bonus från inlämningsuppgift 1:
 - $(25/30) * 20\% \approx 17\%$
- Bonus från inlämningsuppgift 2:
 - $(18/20) * 20\% = 18\%$
- Slutligt tentaresultat: $30\% + 17\% + 18\% = 65\%$
- Betyg: D (60-69.9%)

Hur får man reda på resultatet?

- Tentan kan hämtas ut från AlbaNovas reception fr.o.m. den 2:a januari
- Om man tar med ett frankerat och adresserat kuvert till tentan kan man även få den hemskickad!

Omtenta

- Omtenta 23:e januari 18:00-20:45
- Sal: FD5 (Svedbergsalen), AlbaNova
- Anmäl dig till omtentan senast 18:e januari genom att maila ez@astro.su.se