

## Hemtenta

### 1. Liv!

a. Liv på Jorden brukar definieras som att den levande cellen inhämtar energi och kemiska byggstenar och sedan syntetiserar de molekyler och joner som den behöver samt att den är självreplikerande och fortplantas genom "molekylär" evolution. Beskriv vilka kemiska byggstenar, kemiska interaktioner- och reaktioner och makromolekylära strukturer som den levande cellen kan använda för att upprätthålla livsprocesserna listade ovan och diskutera vilka krav på fysikaliska miljöparametrar som detta kan innebära innanför och utanför cellen. (3p)

Viktiga byggstenar för liv är vatten (som kan lösa och underlätta kemiska reaktioner mellan olika ämnen och som också är en polär lösning, syre som ingår i vatten är viktigt för ämnesomsättningen dvs. energiproduktion i mitokondrierna, vätet är bl.a. en byggsten till lipider, kolhydrater, proteiner samt nukleinsyra som är en del av DNA/RNA, kol (som kan binda till många olika atomer), kväve behövs för bildande av proteiner samt DNA, Dessa fyra grundämnen hör till de mest vanliga grundämnena i Universum. Även svavel och fosfor är viktiga byggstenar.

Olika strukturer/makromolekyler som kan hjälpa cellen eller cellernas liv är lipider (de har en hydrofob och en hydrofil del vilket gör att de kan bilda membran/cellväggar, de kan också lagra energi), kolhydrater (de kan skapa struktur och lagra energi), proteiner (kan också bidra till struktur som hår, naglar men även fungera som en katalysator för kemiska reaktioner även kallat för enzym) och nukleinsyror (som är viktiga byggstenar till RNA och DNA vilka är viktiga ritningar för celler och celledning dvs. fortplantning).

Miljö parametrar som kan vara viktiga för växt och djur celler är bl.a. solljus, närvaro eller frånvaro av syre, koldioxid, temperatur, vatten, solljus, salthalt, pH, strålning av olika slag. Tidvatten, strömmar, vind kan påverka näringstillgången särskilt för icke mobila celler men de kan också bidra till fortplantningen och förökning av organismer över större områden.

Geologiska processer har också en stor betydelse för liv över en längre tidsrymd. Atmosfären runt en planet påverkar också livet, tryck, magnetfält samt gravitation. Jordaxelns lutning som ger årstider och om planeten roterar runt sin egen axel eller inte.

Cellens inre hemostas är också viktig så att den får näringsbehov tillfredsställt, att den kan göra sig av med slaggprodukter. Lagra energi, fortplanta sig och fungera trots att den yttre miljön förändras på olika sätt.

### b. Diskutera vilka miljöer (fysikaliska/kemiska) på den tidiga jorden

som kan ha varit förenliga med de livsprocesser som behandlas i delfråga a och beskriv hur livet kan tänkas ha uppkommit och utvecklats i dessa miljöer. Diskutera även hur levande organismer sedan kan ha förändrat miljön på jorden för att underlätta sin fortplantning. (2p)

Den tidiga miljön på Jorden var antagligen inte så livsbejakande med vulkanism, asteroid regn, kosmisk strålning, UV strålning. Organisk materia fanns före de sk protocellerna utvecklades. Hydrotermiska källor kan ha varit en viktigt startpunkt för liv, då mineralrikt havsvatten har bidragit till skapandet av kemosyntetiska organismer som anses vara vår äldsta kända "förfäder".

"Purple bacteria" (som utnyttjar fotosyntes men skapar svavel) och cyanobakterier (som utnyttjade fotosyntes och anses vara viktiga för skapandet av syre) kom också väldigt tidigt. Sedan när vattenbaserad fotosyntes utvecklades så ändrades miljön i hav och luft då syre producerades, vilket är giftigt för arkeer, men som stimulerade utvecklingen av multicellulära organismer (eukarota). Det finns forskning som ifrågasätter den tidiga atmosfärens syrehalt och anser att den kanske ha varit mer syrerik och uppstått mycket tidigare än vi har trott. Nukleinsyror var antagligen en viktig del av möjligheten till fortplantning först som RNA sedan som DNA (där replikation sker genom att mRNA bildas när DNA delas och det sedan bildas nytt DNA av det).

En stor skillnad som sker är också skillnaden mellan asexuell och sexuell fortplantning där det först nämnda för det mesta kopierar sitt eget genetiska material och i det sistnämnda där mångfalden av det genetiska materialet blir mycket större.

### Fråga 2:

a. nämn hur respektive bergartsgrupp bildas och relatera bildningen till platttektonik,

**Magmatiska bergarter** bildas av smält magma som kommer upp ur jordskorpan och stelnar tex från vulkaner. De uppkommer vid konvergerande gränser (hav/land, hav/hav, land/land) men även vid divergerande gränser (ofta på havsbotten).

**Sedimentära bergarter** är avlagringar eller vittringsprodukter från bergarter tex kalkslam från havsdjur där tidigare hav kan finnas på land pga platt tektonik har förflyttat havsbotten.

**Metamorfa bergarter** är berg som har upphettats och utsatts för högt tryck vilket förändrar dem, det kan bli ske när två tektoniska plattor konvergerar, vilket skapar hög temperatur och högt tryck.

b. av vilket material har respektive bergartsgrupp bildats och varifrån och hur kom det på plats,

**Magmatiska bergarter** bildas av kristallisation av magma antingen stelnad djupt ned i jordskorpan, eller stelnat i sprickor eller när vulkanaska eller lava kommer upp till jordytan.

**Sedimentära bergarter** bildas genom cementering och hoppresning av lösa sediment som ofta består av mineral korn och fragment från äldre bergarter.

**Metamorfa bergarter** skapas genom omvandling av magmatiska eller sedimentära bergarter under hög temperatur och tryck vilket leder till att ny mineral bildas.

c. ge ett exempel genom att namnge en specifik bergart från varje grupp,

**Magmatisk** Basalt, Diabas, Granit

**Sedimentär** Sandsten, Lersten, Kalksten

**Metamorf** Marmor, Gnejs, Kvartsit

d. beskriv denna bergart till utseende, struktur och vad den huvudsakligen består av,

**Magmatisk** Gabbro ofta mörkgrå består av plagioklas och pyroxen biland även pyroxin

**Sedimentär** Sandsten hopcementering av små sandkorn främst kvarts med brunrödfärg

**Metamorf** Marmor bildas av omkristalliserad kalksten där ev fossiler utplånas, ren marmor är oftast vit och "sockrigt" utseende.

e. hur är möjligheterna att hitta spår eller lämningar av organismer (fossil) i respektive bergartsgrupp.

Det är bara hos de sedimentära bergarterna som spår kan finnas då de skulle utplånas i de andra bergarterna pga högt tryck och hög temperatur.

### 3. Människans utveckling

Vägen på människans utveckling har varit lång. Viktiga steg har skett när de följande stegen i människans utveckling togs:

a. den första eukaryota cellen,

En stor kontinent, ökande syre i atmosfären, de första multicellulära organismerna kom, alger, gröna alger, ediacarans, **Proterozoic tidsperiod**, de har en klart avskild kärna samt organeller och cytoskelett vilket ökar komplexiteten och möjligheterna till större celler, effektivare kemiska reaktioner.

b. det första ryggradsdjuret,

Kontinenten delar sig, liv i havet, många nya arter, leddjur, armfotingar, havsborstmaskar, blötdjur, tagghudingar, ökad mängd syre (ökad metabolism), **Kambriska explosionen tidsperiod**, utvecklingen av skal/yttre skelett, djur blir större och rörligare, utveckling av sinnesorgan bla ögon, inre skelett, ryggrad av ben eller brosk, hjärnskål, den stora förändringen är rörligheten och "predation" som helt ändrar förutsättningarna för livets utveckling.

c. steget upp på land,

Glaciärer smälter, vatten stiger, flera korallrev, första land djuren, fiskar med käkar, säd bärande växtliv, spindeldjur, tusenfotingar, kräftfiskar, "insekter", havsskorpioner, **Silurisk tidsperiod**, i början ställdes nya krav på att djuren behövde mer stadga för att kunna röra sig samt att de skulle kunna reglera sin inre vattenbalans när tillgången varierade i miljön, i början kunde djuren röra sig sakta men sedan när land predationen kom igång var det bra att vara snabb eller kunna gömma sig alternativt försvara sig.

d. den första primaten

En varm period, men många nya fåglar och däggdjur, **Cenozoic tidsperiod**, förfäder till primater och gnagare vara ekorrliknande djur som levde på blad och frukt i träd, sedan delades gruppen upp i spetsekorrar och pälsfladdrare. Primaterna blev mycket framgångsrika i de tropiska skogarna då de utvecklade "händer" med tummar, de var också sociala och umgicks i grupp vilket förbättrade deras chanser till överlevnad.

e. Homo erectus.

Sabeltandade kattdjur levde fortfarande då. Den första "Homo Erectus" troligtvis 2 miljoner år gammal (Kenya) levde troligtvis i savann liknande miljö, ökad kropps storlek, ökad hjärnstorlek, möjlighet att röra sig över större ytor, användandet av enkla redskap, levde nomadliv, jagade stora djur i grupp, i ett senare skeende lärde de sig att använda eld också. De spred sig sedan från Afrika ut i resten av världen.

Beskriv för varje utvecklingssteg kort: 1. livsmiljö, 2. vilka andra organismer var vanliga då, 3. när och under vilken geologisk period och 4. vad innebar utvecklingssteget och vilka fördelar gav det.

#### 4. Mars

Vattnet anses ju spela en stor roll för möjligheterna för livets uppkomst och utveckling. Jämfört med jorden tycks planeten Mars ha haft en annorlunda utveckling,

a. Redogör för vattnets troliga historia på Mars och de observationer man stöder sig på.

Det är tydligt att vatten har funnits på Mars, frågan är när det försvann och om allt vatten verkligen har försvunnit?

Bilder från de tidiga rymduppdragen på Mars yta visar canyons, dalar och kanaler som bildats av vatten, väldigt tidigt i Mars historia. "Mars Global Surveyor spectrometer" har föreslagit ett överflöd av hematit (en järnoxid som bara kan skapas vid närvaro av vatten). Mars södra högland härstammar från "Noachian" tidsperiod visar spår av nederbörd från regn. En del av strukturerna visar strandkanter och flod deltan som antyder att det har funnits en grund sjö där.

Kanaler vid "Chryse Planitia" verkar att representera katastrofflöden av vatten som har kommit upp ur grundvattnet under den "Hesperian" tidsperioden.

Under "Amazonian" tidsperiod finns det spår på norra slättlandet av mindre dalar och kanaler som verkar ha formats av glaciärer?

Vid många av de äldre slättlanden finns lermineraler som är tecken på hydrerade mineraler, vilka skapas vid blöta och lätt alkaliska miljöer.

Slättland som har mera sulfat mineraler "Hesperian" tidsperiod antyder närvaro av surt vatten troligtvis p.g.a. vulkanism.

"MSL Curiosity" fann bla "conglomerates" i sedimentära strukturer, grus som var rundat vilket kräver vattenflöde för att formas på det sättet. "Gale" krater visar också spår av en lersprucken yta som tyder på upprepade våtning och torka.

I dagsläget finns det sex analyser som ger bevis för vatten utanför polerna ("Ground penetrating radar", gamma-ray, neutron spektroskopi, nya nedslags kratrar, aktiva bäckar samt återkommande vatten på sluttningar).

b. Jämför jorden och Mars. Hur skiljer sig planeterna åt och hur förklarar man skillnaderna? Hur påverkar detta möjligheterna för liv idag?

Det är stor skillnad på Jorden och Mars när det gäller atmosfärstrycket, gravitationen, medeltemperaturen, tillgången på vatten, magnetfält samt strålningen men även avståndet till solen.

Man förklarar Mars förlust av atmosfär bla med termisk flykt, molekylernas medelhastighet ligger på 1/6 av flykthastigheten, hydrodynamisk flykt, nedslagserosion, magnetfältet har försvunnit (solvinden har nött ner atmosfären), tyngre isotoper stannar lättare kvar.

Det förekommer också fortfarande diskussioner om metan på Mars är en produkt av biologiska eller icke biologiska processer. UV strålningens spektrum är också olika vilket gör liv på Mars yta väldigt tveksamt, då det är mycket skadigare på Mars. Det är mycket möjligt att Mars tidigare har varit en mycket gynnsammare plats för liv än den är idag och haft mycket mer vatten. Idag är det troligtvis "subsurface" liv som skulle kunna finnas på Mars.

## 5. Ismånarna

Sedan Galileo för första gången observerade Jupiters stora månar har kunskapen om dem ökat dramatiskt, framför allt genom *insitu*-observationer från rymdsonder. Det har blivit flera överraskningar.

a. Beskriv de fyra galileiska månarna! Hur och varför skiljer de sig från varandra?

**Io** med över 400 aktiva vulkaner är Io den mest aktiva objektet i solsystemet, den har även över 100 berg, till skillnad från många andra objekt så långt ut i solsystemet som brukar täckas av is så täcks Io av kisel bergarter runt en smält järnkärna. Indikationer finns att Io har ett magnetfält samt en atmosfär svaveldioxid.

**Europa** har en slät och ljus yta med en mantel av 100 km vatten/is som täcker dess kärna. Värme energi från tidal effekter ser till att vattnet eller "slush" hålls flytande samt driver geologisk aktivitet. Det skulle kunna finnas liv under isytan. Europa har en tunn atmosfär av syre. Man misstänker att Europa har kontinuerliga utbrott av vattenånga som också kan förklara sprickbildningar på ytan. Europa är primärt uppbyggd av kisel bergart men har troligtvis en järnkärna.

**Ganymede** är den största satelliten i solsystemet och den enda satelliten som har en magnetosfär troligtvis skapad genom konvektion i en flytande järnkärna. Ganymede består främst av kisel bergart vatten/is och ett saltvatten hav som tros finnas 200 km under ytan. Ytan uppvisar främst två typer av terräng en med många kratrar på samt en nedsänkningar och upphöjningar. Ganymede har en tunn atmosfär med O, O<sub>2</sub> och ev O<sub>3</sub>.

**Callisto** påverkas inte av orbital resonans som de andra satelliterna vilket betyder att det inte blir några större tidal effekter. Callisto består av lika delar bergart och is, den är det mest krater fyllda objektet i solsystemet. Callisto har en tunn atmosfär av koldioxid och ev lite syre. Callisto skulle kunna ha ett hav mindre än 300 km från ytan som skulle kunna innehålla liv. Callisto ligger längst ut av de fyra månarna vilket innebär att den påverkas minst av Jupiters intensiva strålning.

b. Vad kännetecknar månen Europas utseende och hur förklarar man ytprocesserna där?

Europas yta är i princip fri från nedslagskratrar vilket indikerar en väldigt ung yta. Densitetsberäkningar föreslår att Europa har 100 km av is ev vatten som täcker en inre kärna av bergarter. Europa har också ett albedo på 0,7 som också indikerar en ung isyta. Mätningar av Europa påvisar ett magnetfält vilket indikerar ett ledande lager under ytan vilket kan förklaras av en salthaltigt "hav" under ytan. Europa påverkas av tidal effekter som värmer upp månen och skapar rörelser som till sist når ut till is skorpan genom sprickbildningar.

## 6. Titan

Cassini-Huygens var en ytterst framgångsrik rymdsond som kraftigt utökade vår kunskap om Saturnus-systemet.

a. Vilka var de främsta nya upptäckterna som Cassini-Huygens gjorde?

Man hittade 3 månar till (Methone, Pallene, Polydeuces, bevis för flytande vatten på Enceladus, upptäckte en stor metan sjö på Titan, upptäckte ett 50 (mile) stort jordskred på Iapetus, fick närbilder på Rhea, en stor ring 8 miljoner (miles) från Saturnus (troligtvis spillror från Phoebe) De senaste resultaten pratar om likheter mellan bildningarna av ringarna (Saturnus) jämfört

med bildandet av planeter. Cassinis "näsa" hittade många intressanta analyser av gaser mellan ringarna och Saturnus. Vetenskapsmän fortsätter att beräkna längden på Saturnus dag baserat på mätningen av Saturnus magnetfält. Ny teoretisk information försöker förklara varför ringarna inte sprids ut och upplöses.

b. Hur förklarar man att Titan är den enda månen med atmosfär och vad består den av?

De flesta andra månar har en låg gravitation samt inget tillräckligt starkt magnetfält vilket leder till att solvinden löser upp atmosfären. Titan har en atmosfär som är 1,5x tjockare än Jordens atmosfär och 1/7 av Jordens gravitation. Det finns teorier om att atmosfären kontinuerligt fylls på genom geologiska processer som sker i månens inre. Titans atmosfär består mest av kväve men även metan, etan, propan osv. Likheter med jordens atmosfär är att de båda har kväve i atmosfären men Titan har metan/etan sjöar (istället för vatten) man tror att det kommer upp till ytan via sk cryovulkaner.

## 7. Upptäckt av exoplaneter

Från 1995 fram tills nu har man upptäckt närmare 4000 exoplaneter, en revolution i astronomins historia.

a. Redogör för minst fyra olika metoder som använts vid upptäckterna!

**Transitmetoden:** Man observerar när en exoplanet är mellan den aktuella stjärnan och vår planet Jorden dvs i detta fall ser man verkligen planeten när den roterar runt sin stjärna (en sk transit). Genom att analysera planetens bana samt kombinera den med informationen från (radial velocity method) så kan man få fram exoplanetens aktuella massa. Sedan kan man även få reda på exoplanetens storlek (diameter) genom att se hur mycket den skymmer ljuset från stjärnan och under passagen absorberas också vissa våglängder av stjärnljuset i atmosfären på exoplaneten som påverkar det totala spektrat av stjärnljuset vi mäter, vilket gör att vi kan få en bild av sammansättningen av exoplanetens atmosfär. Om man sedan mäter minskningen av det infraröda ljuset när exoplaneten roterar bakom stjärnan kan man även få fram exoplaneters yttemperatur.

**Radialhastighetsmetoden:** Den baserar sig på "Dopplereffekten", där man under en stjärnas rotationscykel, då den flyttar sig från Jorden kan ses som en sk "rödförskjutning" respektive mot Jorden då det kan ses som en sk "blåförskjutning". Dessa spektrum förändringar som kan ses i en stjärnas mörka absorptionslinjer beror på våglängds förändringar "blåförskjutning" innebär kortare våglängder och "rödförskjutning" innebär längre våglängder.

(Utifrån "radial velocity plots" så kan man räkna ut en planets orbitala avstånd samt planetens minimala massa. Nackdelen med denna metod är att den skapar en selektionseffekt då den lättast upptäcker exoplaneter som har en stor massa och roterar nära sin stjärna).

**Koronografisk metod:** som innebär att man minskar ljuset från den stjärna man undersöker, då är det möjligt att få fram en bild mha ett teleskop, särskilt om man observerar inom det infraröda spektrat då skillnad mellan stjärnans ljus och ev planeters ljus radikalt minskas.

**Astrometrisk metod:** är en metod man kan använda för att söka efter exoplaneter genom att studera om en stjärna "vobblar" vilket kan vara en utmaning. Då använder man sig av en sk

astrometrisk metod där man mäter en stjärnas position relativt till andra stjärnor, detta bör göras över den tid det tar för stjärnans fullständiga rotationscykel och kräver en hög noggrannhet (0,001 arc sekunder eller bättre).

**Mikrolinsning:** är en metod för att studera exoplaneter som är långt borta, genom att utnyttja en mellanliggande stjärnas gravitation för att böja ljuset vilket gör att man får en förstoringseffekt och lättare kan upptäcka exoplaneter.

b. I vilken del av spektrumet är det fördelaktigast att studera exoplaneter? Varför?

Att studera exoplaneter i det infraröda spektrat gör att skillnaden i strålningen mellan den studerade stjärnan och exoplaneten blir mycket mindre, vilket gör att det är lättare att upptäcka exoplaneter, men det bör i så fall placeras i rymden för att Jordens atmosfär inte skall störa.

## 8. Exoplaneternas natur

Den moderna exoplanetforskningen handlar inte längre bara om att hitta nya objekt – utan också om att kunna karakterisera mer i detalj de man redan upptäckt.

a. Ge exempel på exoplaneter av en typ som vi inte återfinner i vårt eget solsystem!

Det finns exoplaneterna som kallas för "Hot Jupiters" som kännetecknas av en stor massa (max 13,6xJupiter), het atmosfär med en omloppstid som är under 10 dagar och ligger nära sin stjärna. "Super Earths" som är en till tio gånger större än vår Jord. "Ocean planets" planeter som är helt täckta av vatten. "Rogue planets" är väldigt svåra och upptäcka och har flytt från sin original stjärna. Mini Neptunes som ofta kallas för gasdvärgar som oftast är mindre än Uranus och Neptunus men som kan ha en massa som är 10x större än Jordens samt ha en väldigt tjock atmosfär.

b. Hur förklarar man att många jätteplaneter ligger så nära sin moderstjärna?

I dag förstår vi inte riktigt om de kan ha skapats så nära sin världsstjärna så den teori som försöker förklara detta kallas för "planetary migration" (disk-planet interaktioner, planeter skapas i en protoplanetär disk som innehåller massor av gas efter att planeter har skapats men som kan fortsätta att interagera med planeten.), som kan delas upp i typ 1 och typ 2 "migration".

Typ **1 migration** betyder i princip att kärnan av det skapade objektet migrerar inåt mot stjärnan vilket också disken gör till dess att kärnan har samlat på sig så mycket massa att den har skapat ett gap i skivan, då saktas migrationen ned med en faktor av 10–100, tills kärnan och disken migrerar med samma hastighet inåt, detta kallas för typ **2 migration**.

Om migrationen skulle fortsätta så kommer alla planeter till slut att hamna i stjärnan, det som motverkar detta är antingen att disken blir upplöst (genom att diskens material absorberas av stjärnan eller att stjärnans solvind och uv strålning trycker ut disken längre ut i stjärnsystemet.

Det finns även andra migrations effekter, men de är egentligen inte relaterade till frågeställningen.

"Planet-planet" interaktioner (där olika planeter påverkar varandra gravitationellt).

"Kozai mekanism" (som är en samverkan mellan tre objekt, en kropp kan påverkas av en kropp som ligger längre ut och den ursprungliga kroppen börja svänga fram och tillbaka vilket leder till att den sedan flyttar sig.

"Interaktioner med planetesimaler" (planeter kan utväxla "angular momentum" med planetesimaler genom gravitation vilket gör att de flyttar sig).

### 9. Liv på exoplaneter

Det finns förhoppningar om att inom en ganska nära framtid både kunna leta efter och möjligen upptäcka främmande liv på någon exoplanet.

a. Redogör för minst fem kriterier som måste vara uppfyllda för att liv ska vara troligt på en exoplanet!

Om vi söker efter kol och vatten baserat liv, bör exoplaneten vara inom den beboeliga zonen eller utanför den beboeliga zonen om någon annan effekt upphäver den, som tex tideffekter eller geologisk aktivitet, ha en temperatur och tryck där vatten kan vara flytande, syre, CH<sub>4</sub>, Co<sub>2</sub>, CO. Ha en skyddande atmosfär som skyddar mot strålning, gravitation har betydelse samt stjärnans ljus utstrålning. Att planeten inte är för ung, geologiskt aktiv eller utsätts för mycket nedslag av olika objekt från rymden. Ha en stabil stjärna och en cirkulär omloppsbanan för planeten. Stjärnsystemet bör också vara i en sk Galaktiskt beboelig zon.

b. Vad gör ozonet så intressant i detta sammanhang?

Efter som att syre kan vara en viktig indikator för att det finns liv på en exoplanet, men då den infraröda spektralsignaturen för syre är svag är det desto lättare att upptäcka ozon som har en stark spektral signatur inom det infraröda spektrat. Då man utgår från att det är fotosyntes som skapar syre och att UV ljus sedan bryter ned syre till ozon i atmosfären (även kallat fotolys).

### 10. SETI

"- Var är alla?" Så sa Enrico Fermi en gång, vilket fick många att verkligen fundera över liv i universum.

Nu skall du :

a. redogöra för Fermiparadoxen och,

Även om bara en bråkdel av galaxens 100 miljarder stjärnor skulle ha någon form av utomjordisk teknologisk civilisation som har möjlighet att resa mellan stjärnor, så skulle hela galaxen kunna koloniserar inom några få miljoner år. Frånvaron av någon sådan civilisation som besöker Jorden kallas för "Fermis Paradox".

b. tydligt skriver fram varför det är en paradox samt,

Paradoxen är att i så fall borde galaxen vara full av liv men det gäller ju bara om dessa två antaganden stämmer?

c. diskutera lösningar och konsekvenser av denna paradox, inkluderat von Neumann maskiner.

Oj det finns ju hur många som helst infallsvinklar på detta och antaganden.

**Nr 1** är ju att vi utgår från att vi inte har haft, har haft besök av utomjordiska civilisationer.

**Nr 2** andra civilisationer kan ju redan ha dött ut antingen genom egen destruktions,



naturkatastrofer eller krig.

**Nr 3** varför utgår man från att alla civilisationer vill lämna sin planet, expandera eller söka kontakt?

**Nr 4** även om man lyckats resa till annan stjärna finns det inget som säger att man hittar en beboelig planet, eller kan skapa resurser till att leva där och vad händer om någon redan är där?

**Nr 5** vi försöker förutsäga utomjordiska civilisationer som kan vara flera miljoner år längre fram i sin utveckling och om det inte redan har gått under så kanske de spelar utifrån helt andra spelregler tex om de har lyckats förlänga sin egen livslängd till 1000 tals år, så kanske det inte är i deras intresse att föröka sig obegränsat eller dela med sig av den kunskapen till oss?

**Nr 6** om man skulle låta bakterier växa med obegränsad närings tillgång skulle det säkert bara ta några timmar eller dygn innan de skulle väga mer än Jorden i teorin, men i praktiken så kommer tillväxten bromsas radikalt när näringen tar slut det är ju samma med vår planet och civilisation om våra resurser skulle ta slut.

**Nr 7** Jorden skulle kunna var i "karantän" utan att vi vet om det, äldre civilisationer kanske vill låta oss leka i vår "sandlåda" tills dess vi är redo för att ta mera ansvar för vår planet.

**Nr 8** vi kanske är ett experiment planterat här av äldre civilisationer som studerar oss likt ett litet akvarium/terrarium och uppgraderar oss lite då och då?

**Nr 9** om en civilisation inte anser att vi kan bidra med något varför skulle de interagera med oss då?

**Nr 10** "högre" utvecklade civilisationer kanske lärt sig att resa på andra sätt till andra Universum, in i svarta hål, in i solar, in i andra dimensioner eller har utvecklat mer eteriska kroppar.

**Nr 11** framtida civilisationer av oss kanske inte öppet vill interagera med oss för om vi ändrar oss, då kommer det att påverka deras framtid, detta gäller främst civilisationer som behärskar tidsreseteknologi, vilket de troligtvis skulle göra allt för att hålla hemligt, då det skulle kunna leda till tidskrig, vilket verkligen skulle kunna komplicera saker i Universum.

**Nr 12** Von Neuman maskiner, som självreplikerar sig låter ju som något vi borde kunna ha idag, det låter som en bra ide att skicka ut små "prober" som utforskar främmande miljöer istället för att riskera människoliv. Det här skulle ju också kunna utvecklas till att dessa maskiner flyger ut i vårt solsystem och börjar med att bygga baser på olika planeter och månar så de redan är färdigbyggda när rymdresenärer och rymdcharter når dit.

**Nr 13** Det kanske är mer sannolikt att "civilisationer" av medveten AI skulle kunna förflytta sig och snabbt expandera i galaxen, sedan är det ju en definitions fråga om vi skulle kalla det för liv och vad skulle hända om den skulle stöta på en annan medveten AI med andra intentioner?

Lösningen till Fermis paradox är att släppa dess teoretiska antaganden och vara öppen för att upptäcka exoplaneter och exoliv på vårt eget sätt. Den dag vi har utvecklat antigravitation, teleportering, tidsresor, portalteknologi så kommer spelreglerna att ändras fullständigt, vilket kommer att leda till helt nya sköna underbara paradoxer. 10-4 /:)

Motivera dina argument väl!

**Lycka Till!**

## Referenser

**Fråga 1** Chapter 1 Origin of Life, Föreläsning Kap 1, <https://news.rpi.edu/luwakkey/2953>

**Fråga 2:** Chapter 2 A habitable world, Föreläsning Kap 2

<https://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/geologi/bergarterochmalmer.7132.html>

**Fråga 3:** Chapter 2 A habitable world, Föreläsning Kap 2,

<https://schoolbag.info/biology/concepts/130.html>

<http://www.evolutionsteori.se/artiklar/livets-uppkomst-och-djurens-evolution/>

<https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/homo-erectus-a-bigger-smarter-97879043>

**Fråga 4:** Chapter 3 Mars, Föreläsning Kap 3, Mars.pdf

**Fråga 5:** Chapter 4 Icy Bodies, Föreläsning Kap 4, Iskroppar.pdf

[https://en.wikipedia.org/wiki/Galilean\\_moons](https://en.wikipedia.org/wiki/Galilean_moons)

**Fråga 6:** Chapter 5 Titan, Föreläsning Kap 5, Titan.pdf

<https://solarsystem.nasa.gov/news/13127/fresh-findings-from-cassini/>

**Fråga 7:** Chapter 6 Detection of exoplanets, Föreläsning Kap 6-7, 6-7-exo.pdf

**Fråga 8:** Chapter 7 The nature of exoplanetary system, Föreläsning Kap 6-7, 6-7-exo.pdf

<https://astronomy.stackexchange.com/questions/745/why-are-some-planets-so-close-to-their-star>

**Fråga 9:** Chapter 8 How to find life on exoplanets, Föreläsning Kap 8, 8-exo-life.pdf

[https://simple.wikipedia.org/wiki/Habitable\\_zone](https://simple.wikipedia.org/wiki/Habitable_zone)

**Fråga 10:** Chapter 9 Extraterrestrial intelligence, Föreläsning Kap 9

<http://www.geoffreylandis.com/percolation.htm>