

ER DER LIV

DERUDE?

(Astronomi C)

VIBENSHUS GYMNASIUM

ER DER LIV DERUDE?

HVAD TROR I?

HVAD TROR I?

- Er vi kun en civilisation af mange?

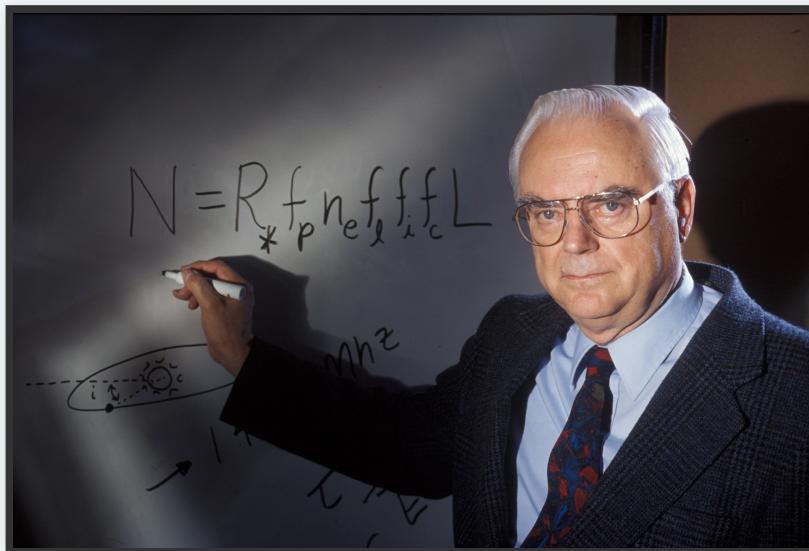
HVAD TROR I?

- Er vi kun en civilisation af mange?
- Er vi de *eneste*... Universets supercivilisation!?

TO EKSTREMER

- Er vi kun en civilisation af mange? **Frank Drake**
- Er vi de *eneste*... Universets supercivilisation!?
Enrico Fermi

FRANK DRAKE



FRANK DRAKE

Det er mange supercivilisationer i Mælkevejen, der er bare for langt imellem dem, til at de/vi kan kommunikere med dem.

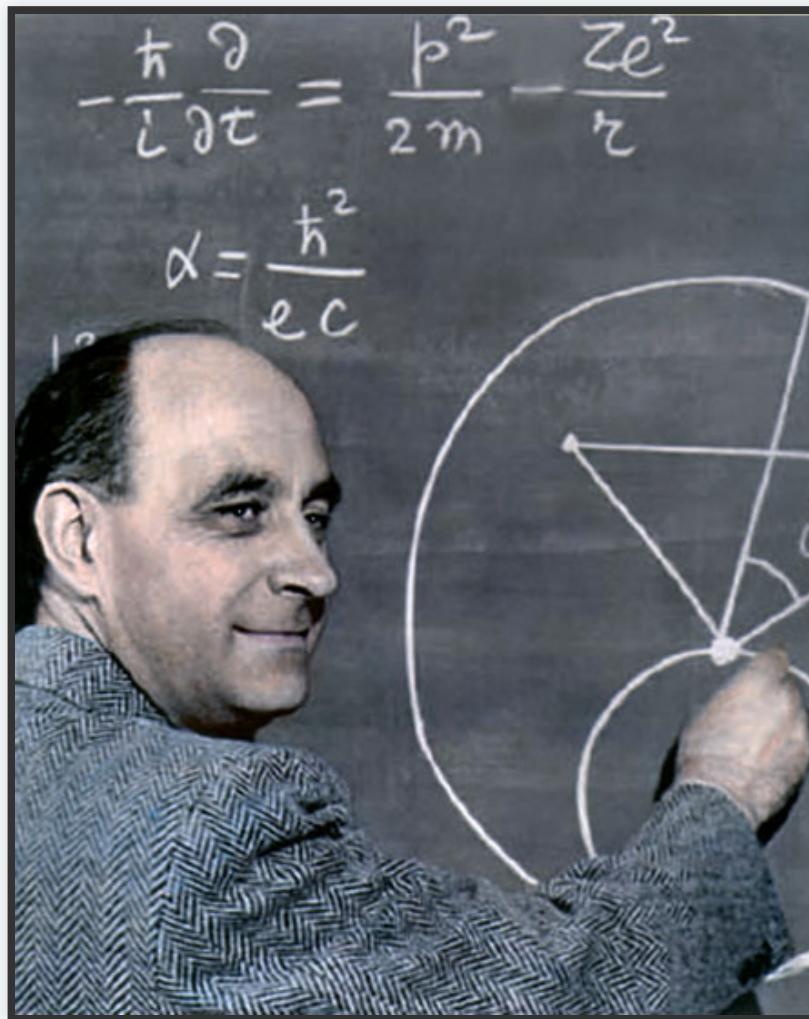
Drake-ligningen:

$$N = R \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L$$

- N : antal civilisationer i Mælkevejen, vi kan kommunikere med.
- R : antal af sollignende stjerner, der dannes pr. år i Mælkevejen.
- f_p : brøkdel af stjerner med planeter.
- n_e : antal jordlignende planeter i et typisk solsystem.
- f_l : brøkdel af disse planeter hvorpå der opstår liv.
- f_i : brøkdel af de planeter med liv, som udvikler sig til intelligent liv.
- f_c : brøkdel der udvikler en teknisk civilisation, som kan kommunikere.
- L : gennemsnitslevetiden for en teknisk civilisation.

Se mere i tema 15.4 s. 271 i Det Levende Univers.

ENRICO FERMI



ENRICO FERMI

Fermiparadokset

Hvor bliver de af?

- Med vores egen ekspansionsiver/hastighed burde vi kunne kolonisere hele Mælkevejen indenfor 5 millioner år.
- Så hvor bliver alle andre tilsvarende civilisationer af?

FERMIPARADOKSET

The Fermi Paradox – Where Are All The Aliens? (1/2)



Direkte link: <https://youtu.be/sNhhvQGsMEc>

Så, skal vi tro på Drake...

Så, skal vi tro på Drake...
eller Fermi?

Så, skal vi tro på Drake... eller Fermi?

- Lad os starte med (at prøve) at forstå vores eget solsystem.

Så, skal vi tro på Drake... eller Fermi?

- Lad os starte med (at prøve) at forstå vores eget solsystem.
- Her ved vi trods alt, at der er (intelligent) liv.

FORSTÅELSE AF VORES EGET SOLSYSTEM

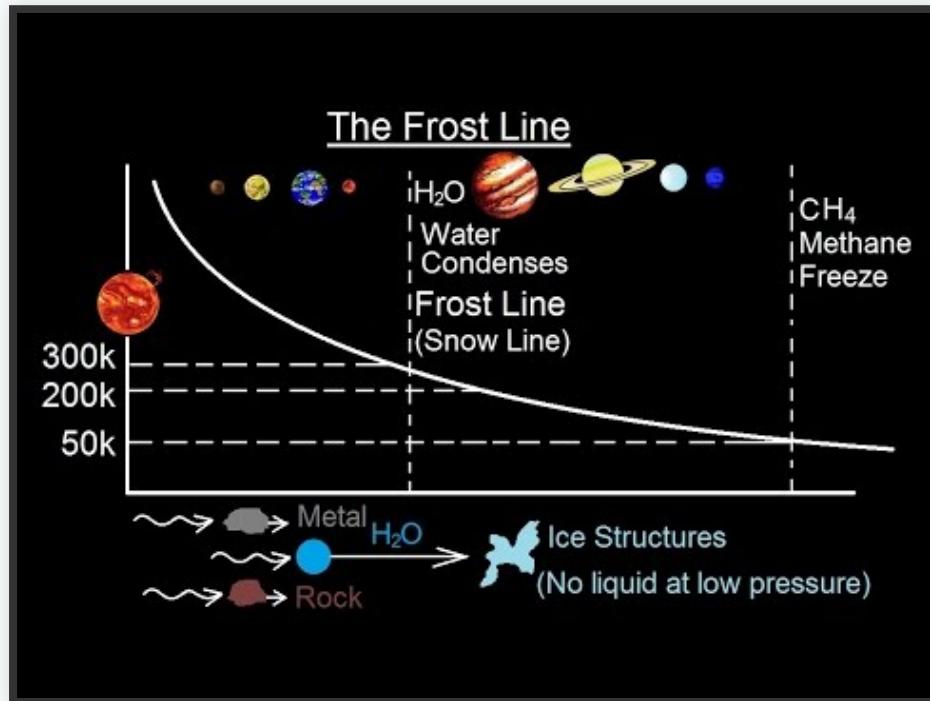
DANNELSE

Creation of the Solar System Animation



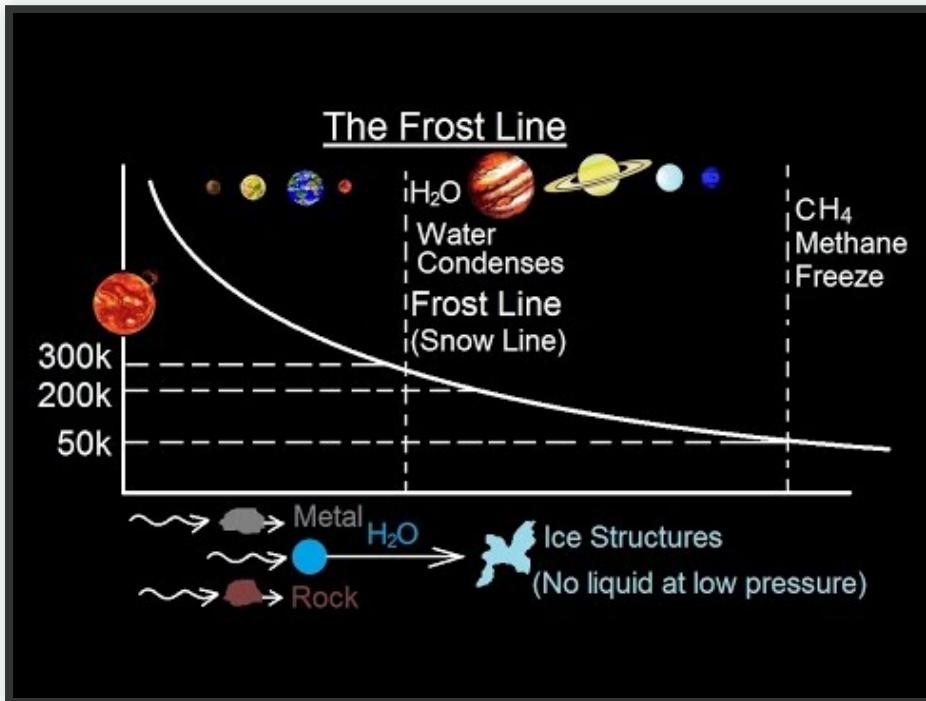
Direkte link: <https://youtu.be/8Rg9v3J0liU>

POPULÆR FORKLARING

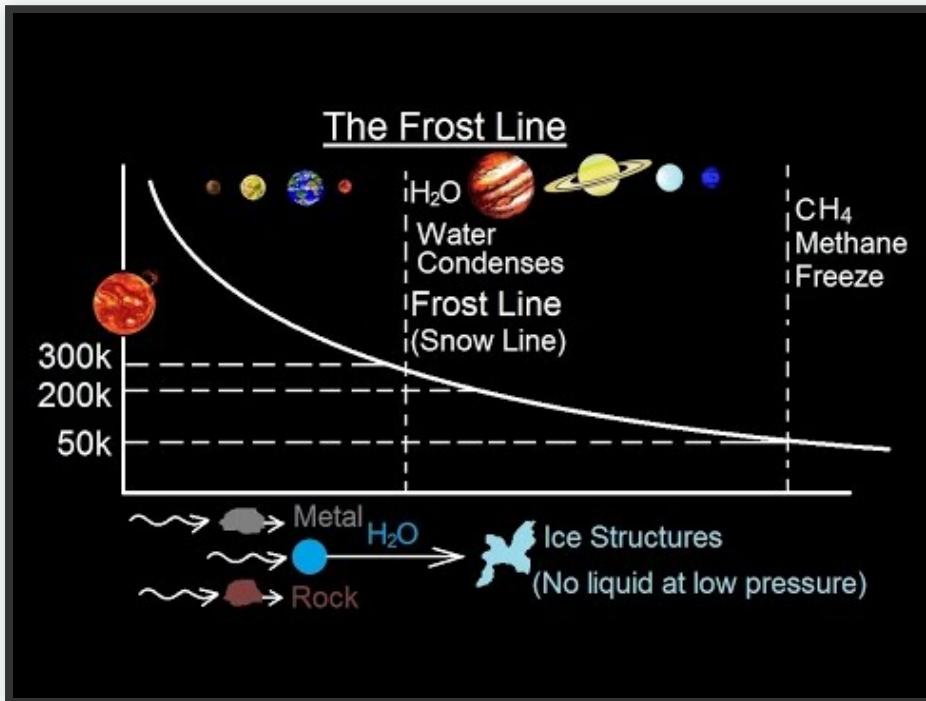


POPULÆR FORKLARING

- Overalt "regner" det med sten- og metalpartikler. Disse samler sig som "snebolde"

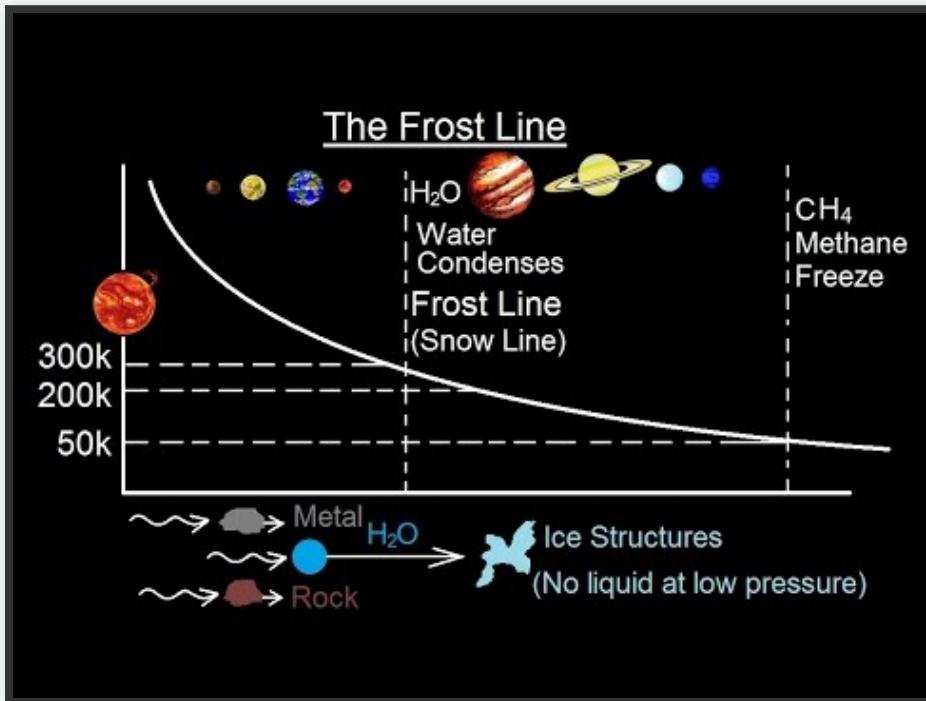


POPULÆR FORKLARING



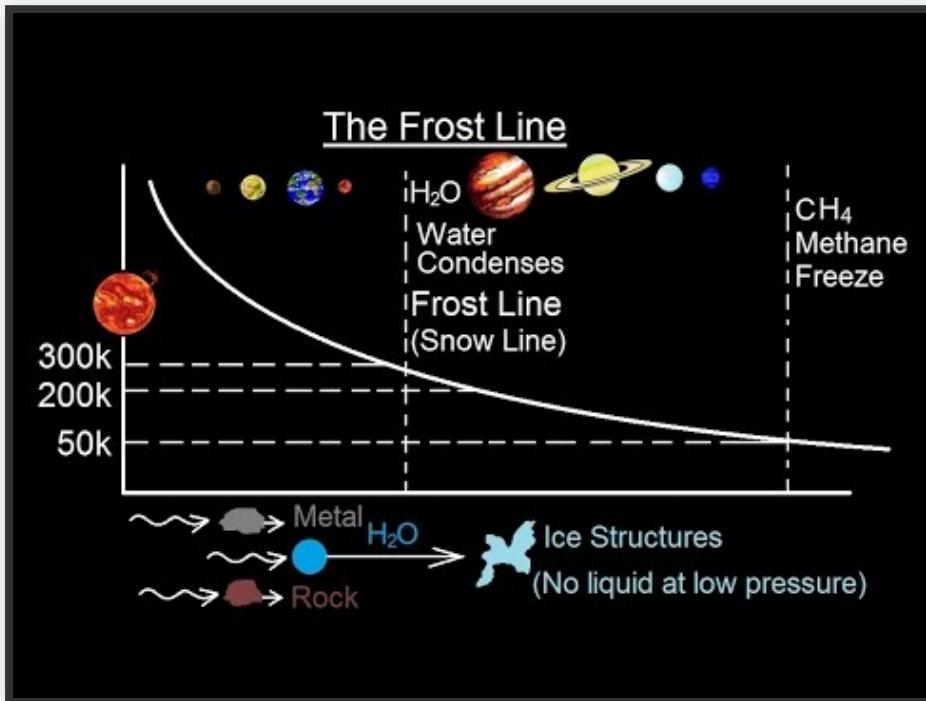
- Overalt "regner" det med sten- og metalpartikler. Disse samler sig som "snebolde"
- Tæt på Solen er det for varmt til at det kan regne med vand.

POPULÆR FORKLARING



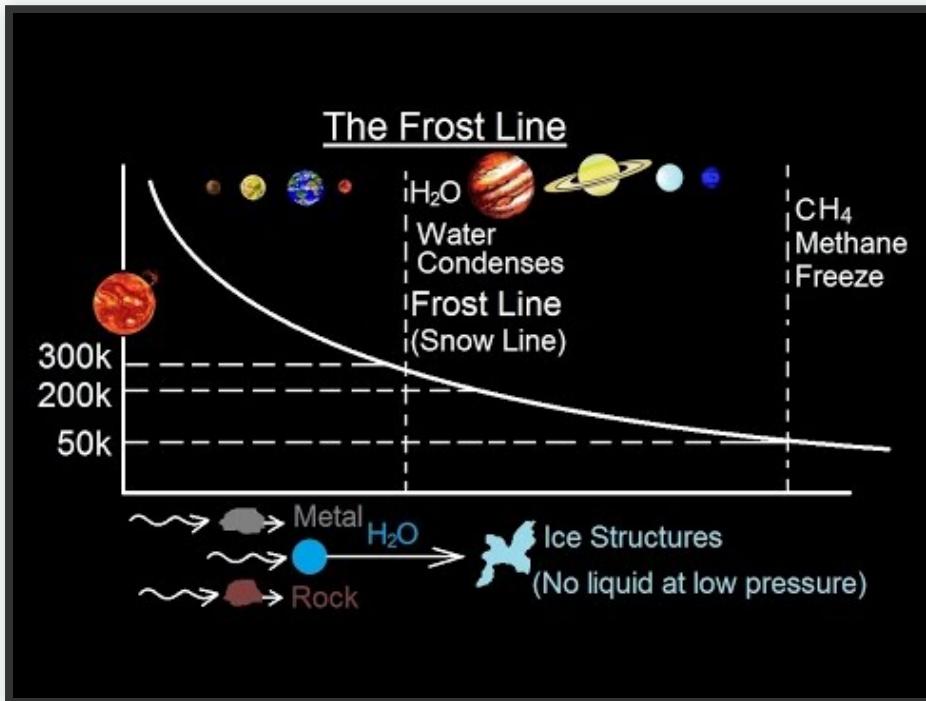
- Overalt "regner" det med sten- og metalpartikler. Disse samler sig som "snebolde"
- Tæt på Solen er det for varmt til at det kan regne med vand.
- Gasser (inkl vanddamp) blæses væk fra Solen.

POPULÆR FORKLARING



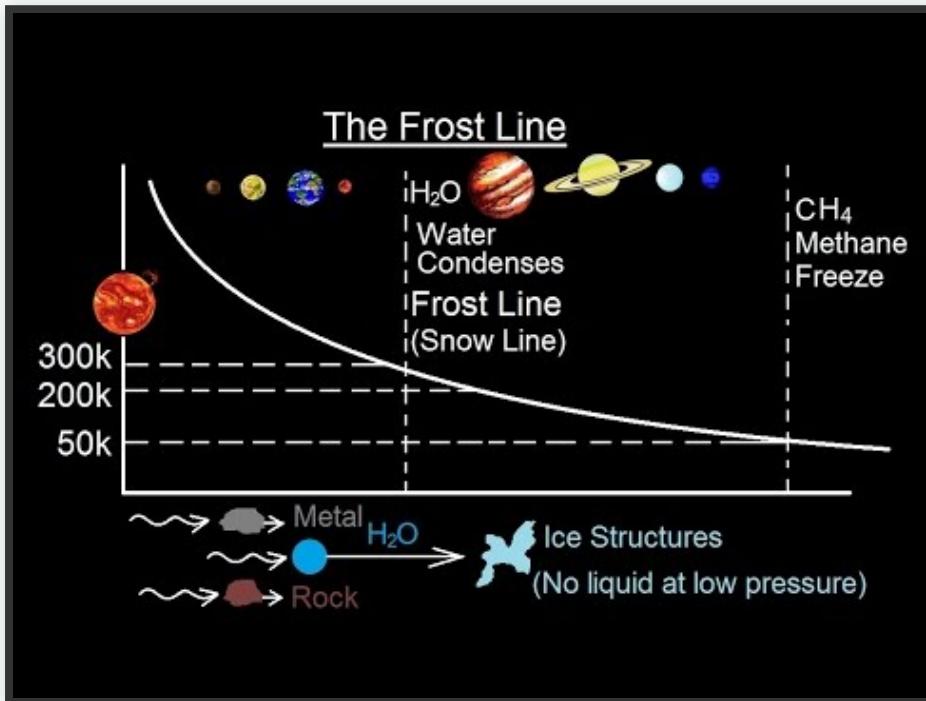
- Overalt "regner" det med sten- og metalpartikler. Disse samler sig som "snebolde"
- Tæt på Solen er det for varmt til at det kan regne med vand.
- Gasser (inkl vanddamp) blæses væk fra Solen.
- Ved lavt tryk desublimerer gasser til fast form (flydende form springes over).

POPULÆR FORKLARING



- Overalt "regner" det med sten- og metalpartikler. Disse samler sig som "snebolde"
- Tæt på Solen er det for varmt til at det kan regne med vand.
- Gasser (inkl vanddamp) blæses væk fra Solen.
- Ved lavt tryk desublimerer gasser til fast form (flydende form springes over).
- Tilpas langt væk fra Solen snør det også med vand.

POPULÆR FORKLARING



- Overalt "regner" det med sten- og metalpartikler. Disse samler sig som "snebolde"
- Tæt på Solen er det for varmt til at det kan regne med vand.
- Gasser (inkl vanddamp) blæses væk fra Solen.
- Ved lavt tryk desublimerer gasser til fast form (flydende form springes over).
- Tilpas langt væk fra Solen snør det også med vand.
- Overgangen sker ved frost/is/snegrænsen/linjen.

LIDT MERE INFO

Astronomy - Ch. 8: Origin of the Solar System (10 of 19) The Fro...



Direkte link: <https://youtu.be/Z8CzVUeCTjc>

PLANETDANNELSE



PLANETDANNELSE

- Tæt på Solen er kun de små tætte (høj densitet) planeter. (Merkur, Venus, Jorden og Mars). For varmt til, at det kan sne med vand (vand er et af de mest almindelige stoffer i universet).



PLANETDANNELSE

- Tæt på Solen er kun de små tætte (høj densitet) planeter. (Merkur, Venus, Jorden og Mars). For varmt til, at det kan sne med vand (vand er et af de mest almindelige stoffer i universet).
- Det er for varmt og planeterne er for små til at kunne holde på brint og helium.



PLANETDANNELSE

- Tæt på Solen er kun de små tætte (høj densitet) planeter. (Merkur, Venus, Jorden og Mars). For varmt til, at det kan sne med vand (vand er et af de mest almindelige stoffer i universet).
- Det er for varmt og planeterne er for små til at kunne holde på brint og helium.
- På den anden side af frostlinjen snør det også med vand. Der dannes isplaneter. Disse kan blive op til 10 gange jordens masse.



PLANETDANNELSE

- Tæt på Solen er kun de små tætte (høj densitet) planeter. (Merkur, Venus, Jorden og Mars). For varmt til, at det kan sne med vand (vand er et af de mest almindelige stoffer i universet).
- Det er for varmt og planeterne er for små til at kunne holde på brint og helium.
- På den anden side af frostlinjen snør det også med vand. Der dannes isplaneter. Disse kan blive op til 10 gange jordens masse.
- Hvis brint- og heliumgassen stadig er til stede, vil de store isplaneter tiltrække gassen og danne de store gasplaneter.



PLANETDANNELSE

- Tæt på Solen er kun de små tætte (høj densitet) planeter. (Merkur, Venus, Jorden og Mars). For varmt til, at det kan sne med vand (vand er et af de mest almindelige stoffer i universet).
- Det er for varmt og planeterne er for små til at kunne holde på brint og helium.
- På den anden side af frostlinjen snør det også med vand. Der dannes isplaneter. Disse kan blive op til 10 gange jordens masse.
- Hvis brint- og heliumgassen stadig er til stede, vil de store isplaneter tiltrække gassen og danne de store gasplaneter.
- I vores tilfælde Jupiter, Saturn (, Uranus og Neptun).



DRAKE ELLER FERMI?

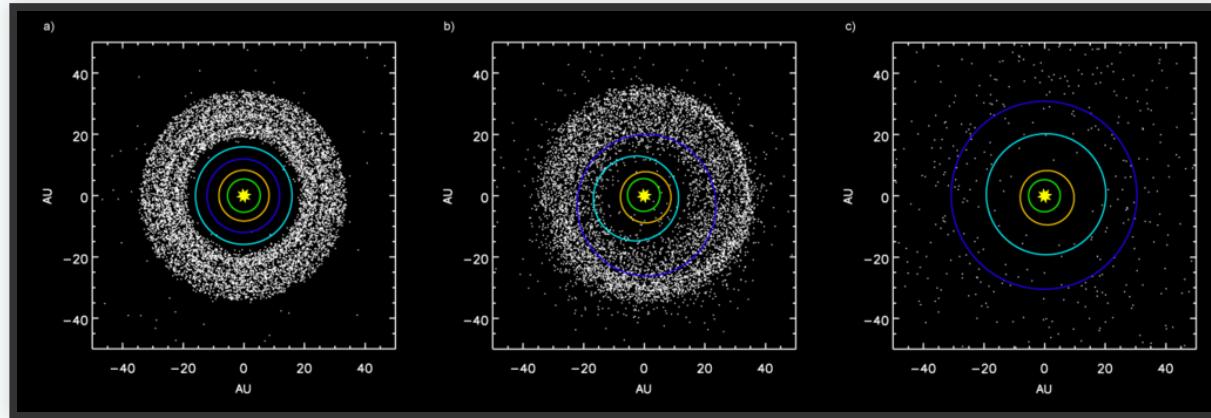
- Giver dette anledning til at tro, at dette også er sket i andre planетsystemer?

MEN HVOR KOMMER
VANDET PÅ JORDEN SÅ
FRA?

DET STORE BOMBARDEMENT (LATE HEAVY BOMBARDMENT)

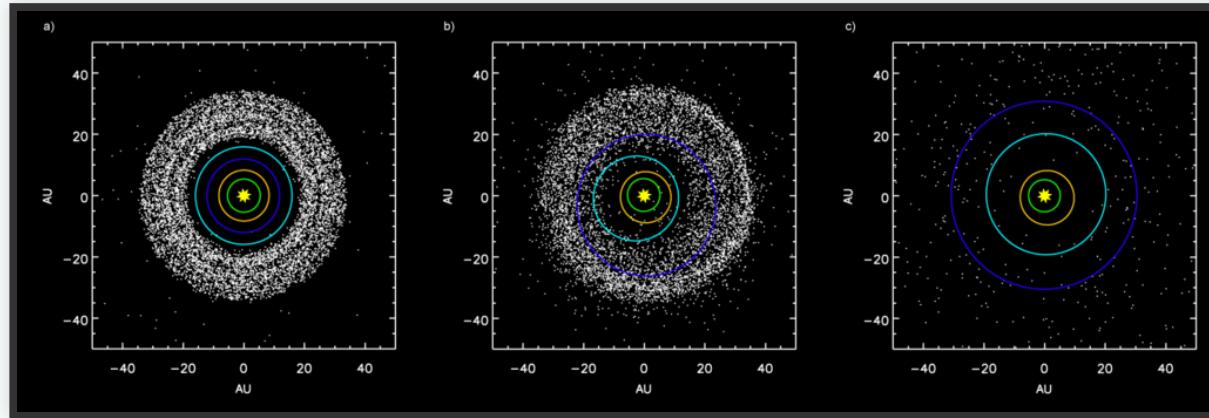


NICE-MODELLEN



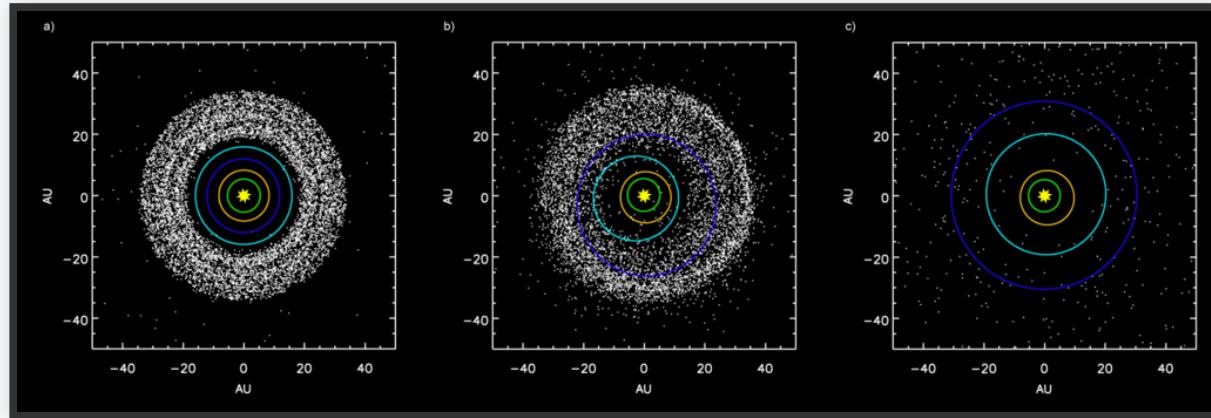
- Jupiter grøn
- Saturn orange
- Neptun mørkeblå
- Uranus lyseblå

NICE-MODELLEN



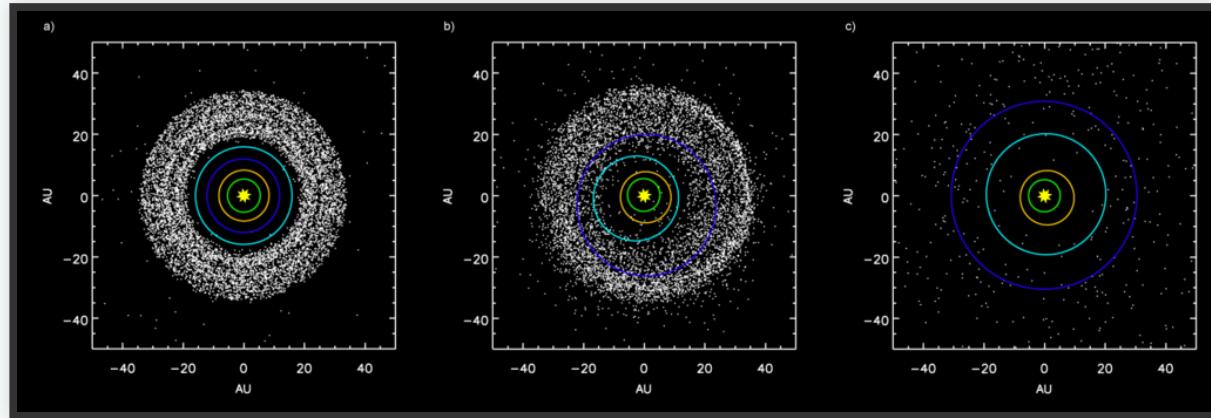
- Jupiter grøn
 - Saturn orange
 - Neptun mørkeblå
 - Uranus lyseblå
- Jupiter og Saturn glider langsomt indad mod Solen.

NICE-MODELLEN



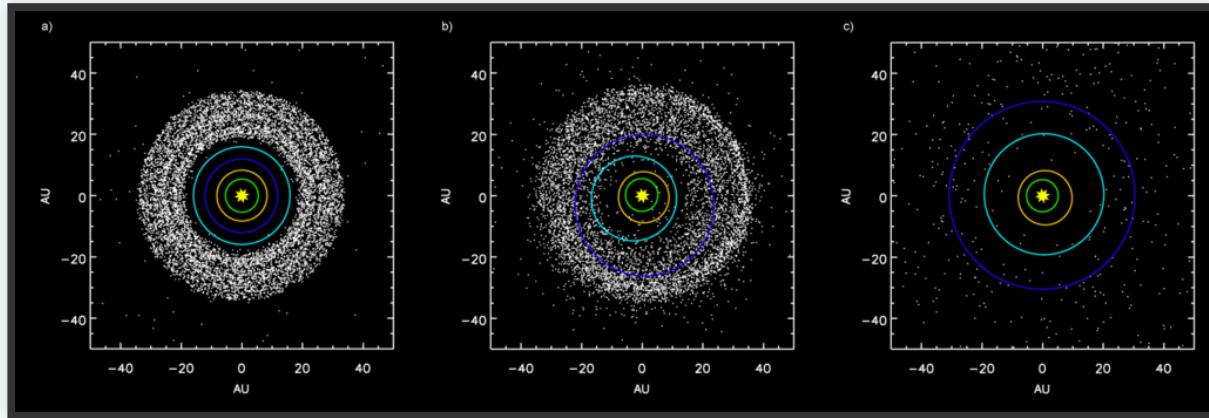
- Jupiter grøn
- Saturn orange
- Neptun mørkeblå
- Uranus lyseblå
- Jupiter og Saturn glider langsomt indad mod Solen.
- Jupiter og Saturn rammer en 2:1 resonans. Jupiter når præcis rundt om Solen 2 gange mens Saturn når præcis 1 gang rundt.

NICE-MODELLEN



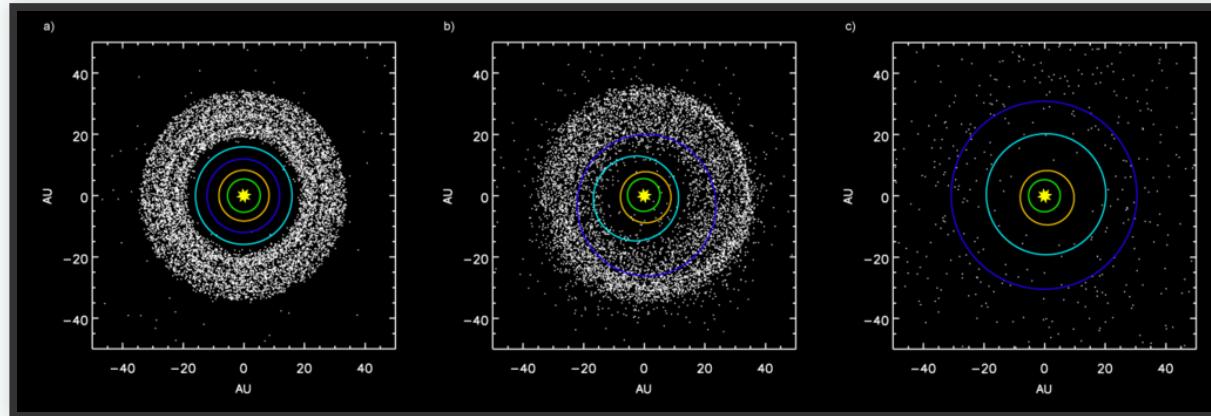
- Jupiter grøn
- Saturn orange
- Neptun mørkeblå
- Uranus lyseblå
- Jupiter og Saturn glider langsomt indad mod Solen.
- Jupiter og Saturn rammer en 2:1 resonans. Jupiter når præcis rundt om Solen 2 gange mens Saturn når præcis 1 gang rundt.
- Dette forstyrer solsystemet voldsomt.

NICE-MODELLEN



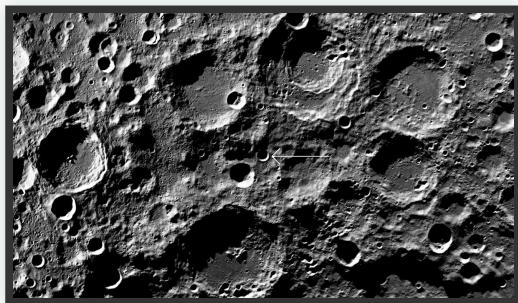
- Jupiter grøn
- Saturn orange
- Neptun mørkeblå
- Uranus lyseblå
- Jupiter og Saturn glider langsomt indad mod Solen.
- Jupiter og Saturn rammer en 2:1 resonans. Jupiter når præcis rundt om Solen 2 gange mens Saturn når præcis 1 gang rundt.
- Dette forstyrer solsystemet voldsomt.
- Sender Neptun og Uranus udad i solsystemet, og de bytter bane.

NICE-MODELLEN



- Jupiter grøn
- Saturn orange
- Neptun mørkeblå
- Uranus lyseblå
- Jupiter og Saturn glider langsomt indad mod Solen.
- Jupiter og Saturn rammer en 2:1 resonans. Jupiter når præcis rundt om Solen 2 gange mens Saturn når præcis 1 gang rundt.
- Dette forstyrer solsystemet voldsomt.
- Sender Neptun og Uranus udad i solsystemet, og de bytter bane.
- Asteroider(sten og metal) og kometer (sten, metal og IS) sendes i **tilfældige** retninger.

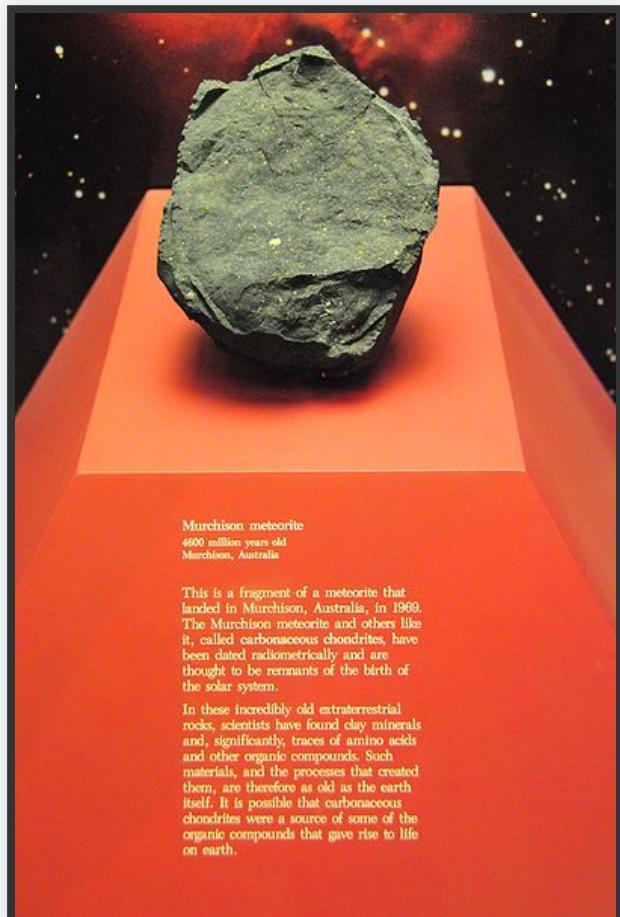
RESULTATET



- Der falder 2000 tons kosmisk materiale på Månen og Jorden pr. m².
- Mængden af vand på Jorden stemmer overens med antallet af faldne kometer!

- De kometer, som ikke slynges ind ad og rammer de inderste planeter og Solen, slynges ud ad og danner Oort-skyen.

MURCHISON METEORITTEN



Murchison meteorite
4600 million years old
Murchison, Australia

This is a fragment of a meteorite that landed in Murchison, Australia, in 1969. The Murchison meteorite and others like it, called carbonaceous chondrites, have been dated radiometrically and are thought to be remnants of the birth of the solar system.

In these incredibly old extraterrestrial rocks, scientists have found clay minerals and, significantly, traces of amino acids and other organic compounds. Such materials, and the processes that created them, are therefore as old as the earth itself. It is possible that carbonaceous chondrites were a source of some of the organic compounds that gave rise to life on earth.

- **Murchison-meteoritten** faldt i Australien i 1969.
- menes at være rester af en komet. (Det diskuteres stadig, om det er en asteroide eller en komet).
- Indeholder 11 af de 20 aminosyrer, der opbygger proteiner, som livet her på Jorden på består af.
- Ligeledes er der fundet 3 af de 5 nukleotider (Bogstaverne i RNA og DNA) som beskriver arvemassen for livet på Jorden.

DRAKE ELLER FERMI?

- Livets byggesten (aminosyrer og nukleotider) og mediet (vand), det skal udvikle sig i, "regner" åbenbart ned over planeterne.
- Vil det også være gældende for andre planetssystemer?

KUN ÉN MÅDE AT FINDE UD AF DET
PÅ

KUN ÉN MÅDE AT FINDE UD AF DET
PÅ

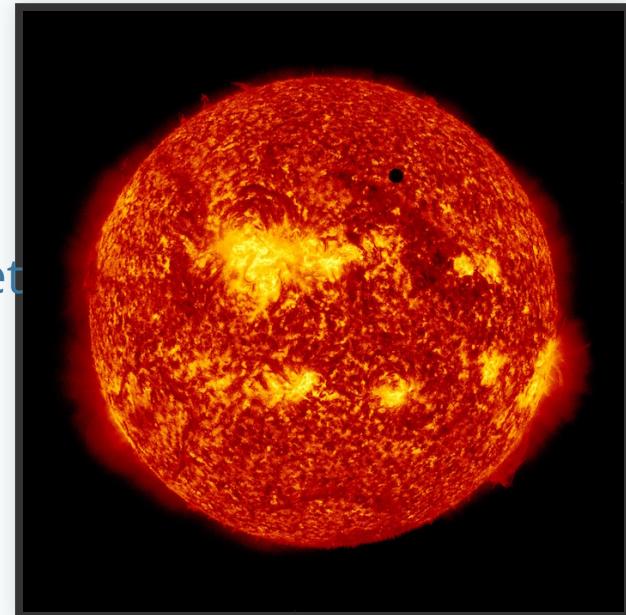
Vi skal studere **exoplaneter!**

EXOPLANETER



EXOPLANETER

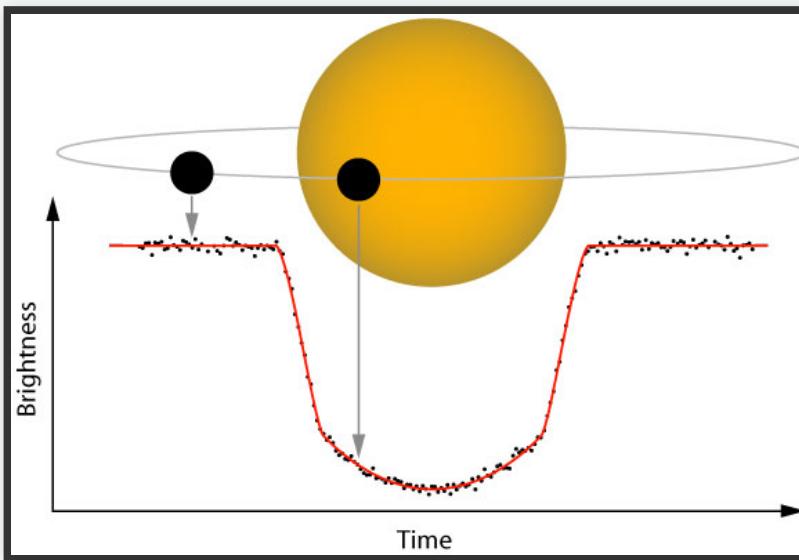
- En exoplanet er en planet, som bevæger sig om en anden stjerne end Solen.
- Pr. d. 24. april 2020 er der 4255 bekræftede exoplaneter i 3146 planетsystemer hvor af 695 af systemerne har mere end en planet.
(Kilde:<https://en.wikipedia.org/wiki/Exoplanet>)



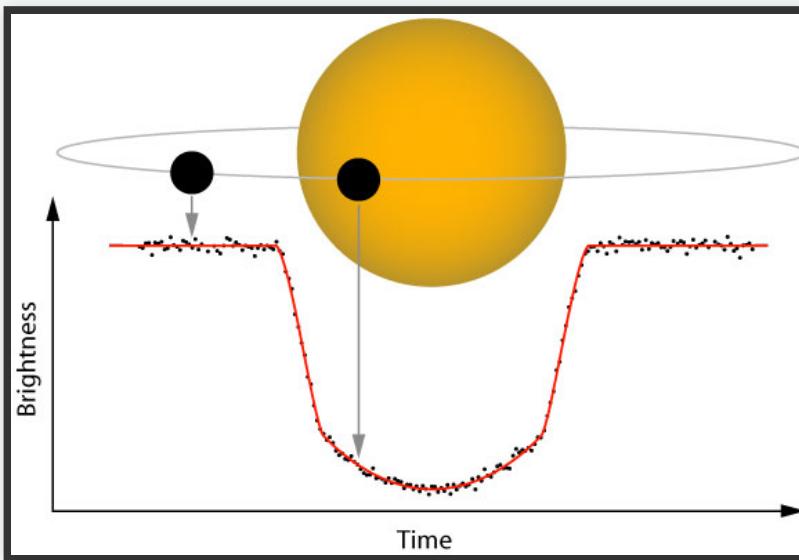
OBSERVATIONSMETODER

- Formørkelsesmetoden
- Radialhastigheder
- Gravitationslinser /mikrolinsemetoden

FORMØRKELSESMETODEN

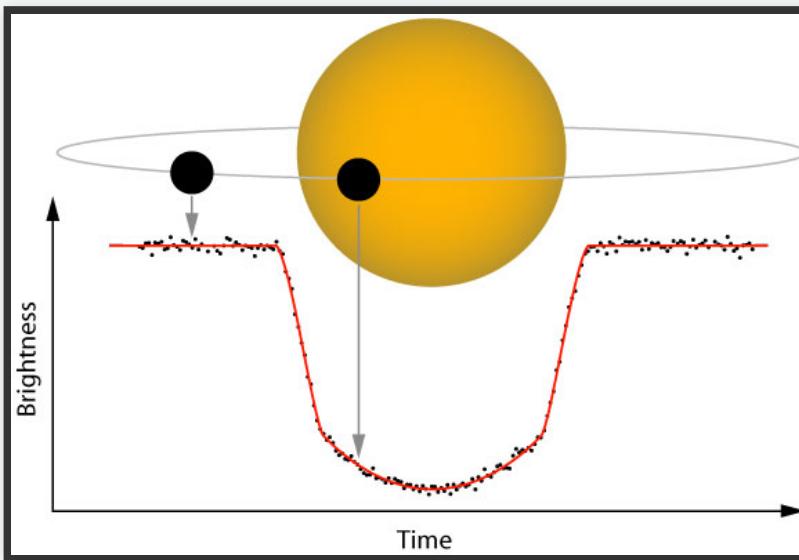


FORMØRKELSESMETODEN



- Fordeler?

FORMØRKELSESMETODEN



- Fordeler?
- Ulemper?

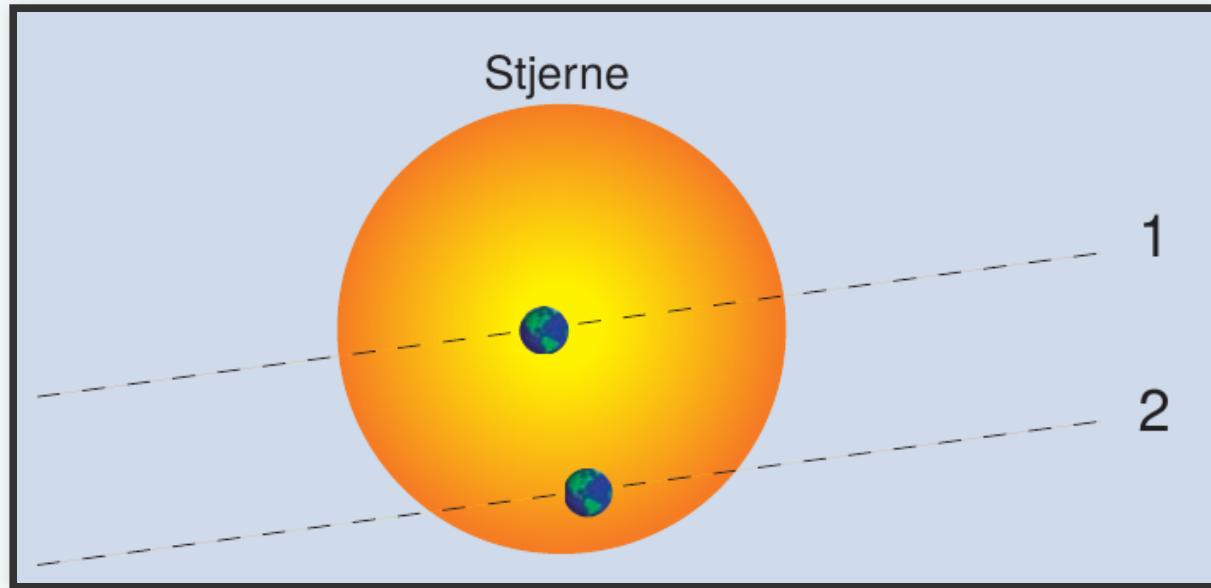
FORMØRKELSESMETODEN

Arealet og dermed lysstyrken fra stjernen nedsættes med brøkdelen

$$\left(\frac{d}{D}\right)^2$$

FORMØRKELSESMETODEN

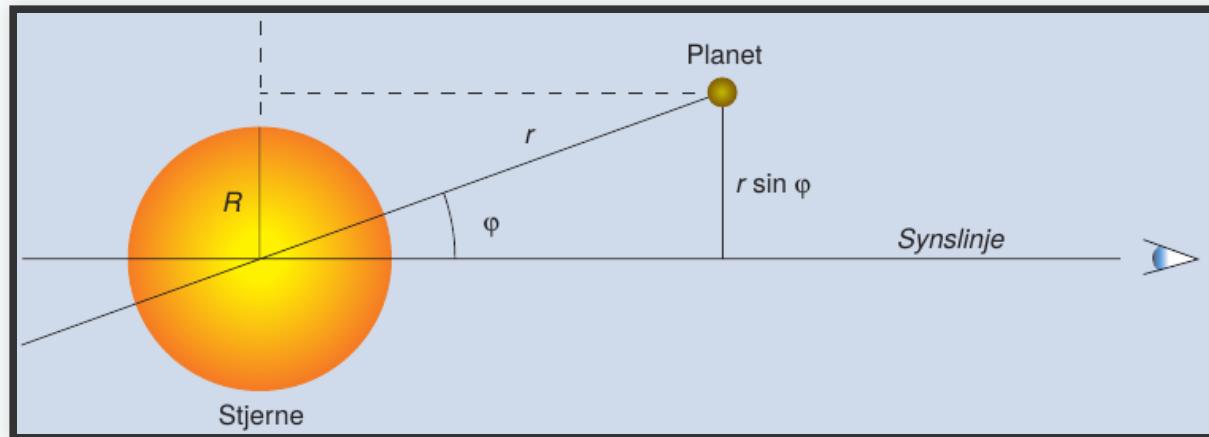
Formørkelsens varighed afhænger af, hvordan planeten bevæger sig hen foran stjernen set i forhold til os.



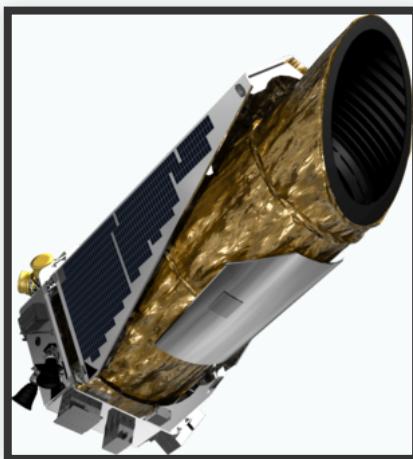
FORMØRKELSESMETODEN

Vi ser kun formørkelser for systemer i den rette vinkel set ift os. Følgende skal være opfyldt.

$$r \cdot \sin(\phi) < R$$



KEPLER-SATELLITTEN



OPGAVE

Jorden og Jupiter som exoplaneter

Forestil jer, at I observere vort solsystem fra en planet i et andet solsystem. Det passer lige med, at I kan se Solen blive formørket af Jorden.

1. **Beregn, hvor lang tid Jorden vil formørke Solen.** Jorden bevæger sig med 30 km/s i sin bane om Solen.
2. Pga. formørkelsen er Solens lysstyrke nu L i stedet for den sædvanlige værdi L_{\odot} .

Beregn $\frac{L}{L_{\odot}}$ og ændringen i Solens absolute størrelsesklasse M .

3. **Hvor mange grader må Jordens baneplan højst hælde ift. synslinjen, for at I kan se formørkelsen?**
4. Gentag beregningerne for Jupiter.

FACIT

1. Formørkelsestid 12.88 timer
2. $\frac{L}{L_\odot} = 0.9999$ og $M - M_\odot = 0.0001$
3. $\phi_{Jord} < 0.27^\circ$
4. For Jupiter: Formørkelsestid 29.5 timer, $\frac{L}{L_\odot} = 0.9894$, $M - M_\odot = 0.0114$,
 $\phi_{Jupiter} < 0.051^\circ$

HINTS TIL 1

$$t = \frac{D_{\odot}}{v_{Jord}}$$

HINTS TIL 2

$$\frac{L}{L_{\odot}} = 1 - \left(\frac{d_{Jord}}{D_{\odot}} \right)^2 = 1 - \left(\frac{R_{Jord}}{R_{\odot}} \right)^2$$

Slå op bagerst i DLU

Solen

$$M_{\odot} = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$R_{\odot} = 696.000 \text{ km} = 4,67 \cdot 10^{-3} \text{ AE}$$

$$L_{\odot} = 3,90 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Planeterne

Navn	Ækvator Radius [km]	Radius [Jorden=1]	Masse [Jorden=1]	Massefylde [kg/m³]	Rotationstid	Tyngdeacceler. [Jorden =1]	Albedo	Klareste størrelse V	Undvigelses- hastighed [km/s]
Merkur	2.439	0,38	0,055	5.430	58,65d	0,39	0,106	-1,9	4,3
Venus	6.051	0,95	0,815	5.240	-243d	0,91	0,65	-4,4	10,4
Jorden	6.378	1,00	1,000	5.520	23h56m	1,00	0,37	—	11,2
Mars	3.393	0,53	0,107	3.950	24h37m	0,38	0,15	-2,0	5,0
Jupiter	71.492	11,21	317,94	1.330	9h55m	2,53	0,52	-2,7	59,6
Saturn	60.268	9,45	95,18	690	10h46m	1,07	0,47	+0,7	35,5
Uranus	25.559	4,01	14,53	1.290	-17h14m	0,90	0,50	+5,5	21,3
Neptun	24.764	3,88	17,14	1.760	16h7m	1,12	0,5	+7,8	23,3
Pluto°	1.150	0,18	0,002	1.100	-6,39d	0,07	0,5	+15,1	1,1

HINTS TIL 3

$$M - M_{\odot} = -2.5 \cdot \log\left(\frac{L}{L_{\odot}}\right)$$

Kan findes i kompendiet om stjerner fra tidligere.

HINTS TIL 4

$$r \cdot \sin(\phi) < R \rightarrow$$

$$\boxed{\phi < \sin^{-1}\left(\frac{R}{r}\right)}$$

- r er baneradius.
- R er stjernens radius.

Slå Jordens baneradius op i bagerst i DLU.

Banedata for planeterne

Navn	Middelafstand a [AE]	Middelafstand a [mio. km]	Omløbstid	Banehastighed [km/s]	Excentricitet e	Banehældning \circ
Merkur	0,3871	57,9	87,97 d	47,9	0,206	7,00
Venus	0,7233	108,2	224,7 d	35,0	0,007	3,39
Jorden	1,0000	149,6	365,26 d	29,8	0,017	0,00
Mars	1,5237	227,9	687,0 d	24,1	0,093	1,85
Jupiter	5,2028	778,3	11,862 år	13,1	0,048	1,31
Saturn	9,5388	1427,0	29,458 år	9,6	0,056	2,49
Uranus	19,1914	2871,0	84,01 år	6,8	0,046	0,77
Neptun	30,0611	4497,1	164,79 år	5,4	0,010	1,77
Pluto [*]	39,5294	5913,5	248,54 år	4,7	0,248	17,15

Banehastigheden er en middelhastighed.

Banehældningen er angivet i forhold til ekliptika.

MINE BEREGNINGER

Jorden:

$$1. t = \frac{D_{\odot}}{v} = \frac{2 \cdot 696000 \text{ km}}{30 \text{ km/s}} = 46400 \text{ s} = 12.89 \text{ h}$$

$$2. \frac{L}{L_{\odot}} = 1 - \left(\frac{R_{Jord}}{R_{\odot}} \right)^2 = 1 - \left(\frac{6378 \text{ km}}{696000 \text{ km}} \right)^2 = 0.9999$$

$$3. M - M_{\odot} = -2.5 \cdot \log \left(\frac{L}{L_{\odot}} \right) = -2.5 \cdot \log(0.9999) = 0.0001$$

$$4. \phi_{Jord} < \sin^{-1} \left(\frac{R_{\odot}}{r_{Jord}} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{696000 \text{ km}}{1.5 \cdot 10^8 \text{ km}} \right) = 0.27^\circ$$

Jupiter:

$$1. t = \frac{D_{\odot}}{v} = \frac{2 \cdot 696000 \text{ km}}{13.1 \text{ km/s}} = 106260 \text{ s} = 29.5 \text{ h}$$

$$2. \frac{L}{L_{\odot}} = 1 - \left(\frac{R_{Jupiter}}{R_{\odot}} \right)^2 = 1 - \left(\frac{71492 \text{ km}}{696000 \text{ km}} \right)^2 = 0.9894$$

$$3. M - M_{\odot} = -2.5 \cdot \log \left(\frac{L}{L_{\odot}} \right) = -2.5 \cdot \log(0.9894) = 0.0114$$

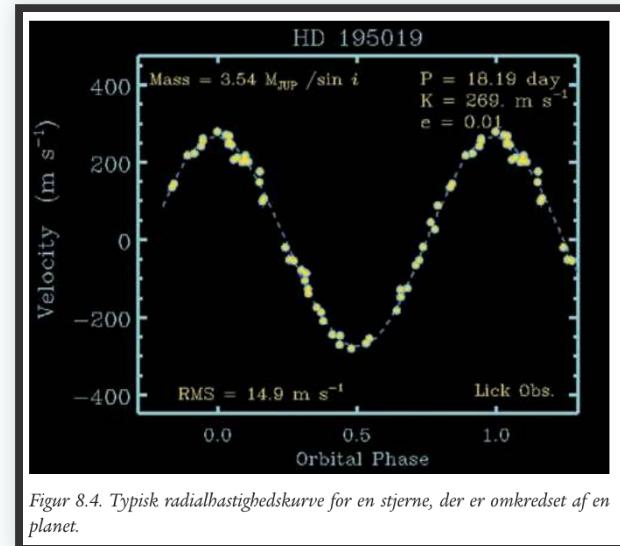
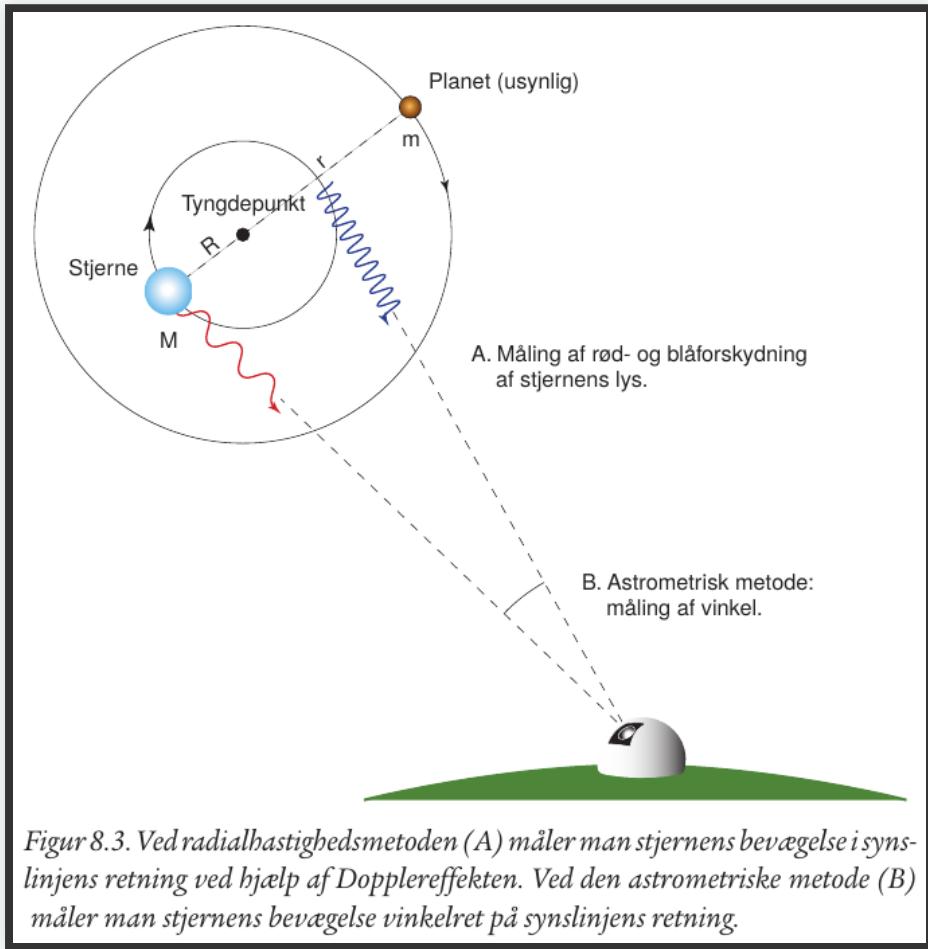
$$4. \phi_{Jupiter} < \sin^{-1} \left(\frac{R_{\odot}}{r_{Jupiter}} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{696000 \text{ km}}{5.2028 \cdot 1.5 \cdot 10^8 \text{ km}} \right) = 0.051^\circ$$

HVILKE PLANETER ER NEMMEST AT OBSERVERE VHA TRANSITMETODEN?

HVILKE PLANETER ER NEMMEST AT OBSERVERE VHA TRANSITMETODEN?

- Store planeter tæt på sin stjerne.

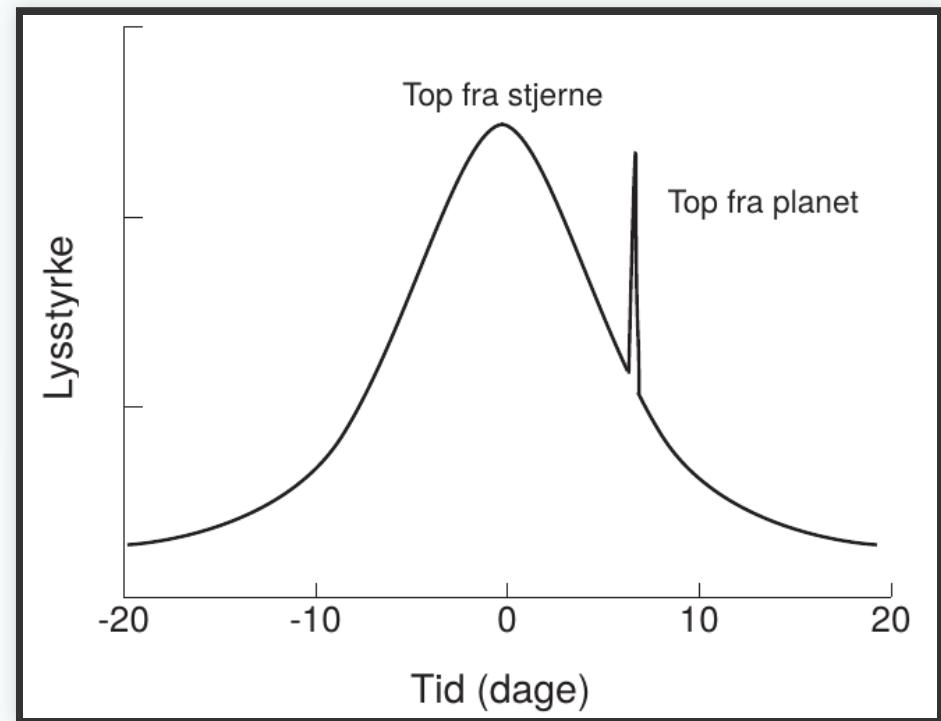
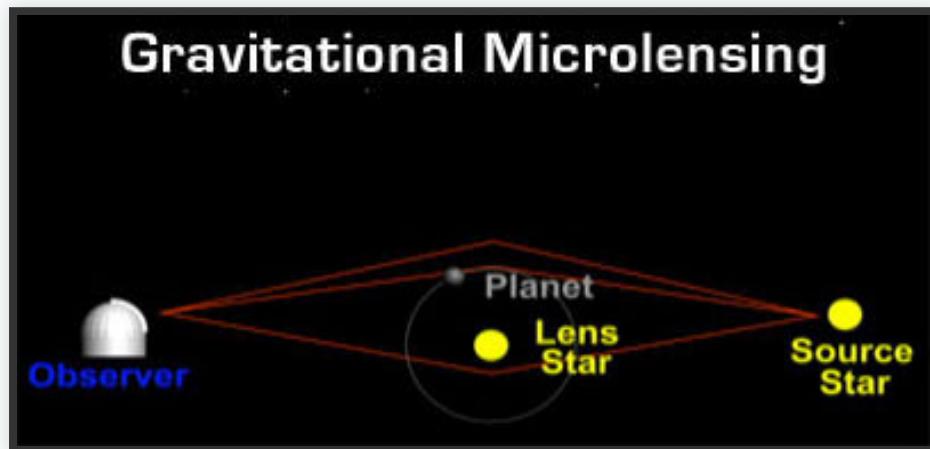
RADIALHASTIGHED



Figur 8.4. Typisk radialhastighedskurve for en stjerne, der er omkredset af en planet.

- Perioden svarer til planetens omløbstid.
- **Se mere i tema 8.1 s. 139 i DLU.**

MIKROLINSEMETODEN



SONG-TELESKOPET



- Dansk teleskop på Tenerife.
- Samarbejde mellem Aarhus Universitet og Københavns Universitet.
- Fuldautomatiseret.

SONG-TELESKOPET

SONG was conceived with two primary scientific goals in mind:

- *To study the internal structure of stars at a level to what can be done for the Sun when it is observed as a distant star using asteroseismology as a tool.*
- *To search for and characterize planets in orbit around other stars using both gravitational microlensing observations, transit photometry and radial velocity measurements.*

Kilde: <https://phys.au.dk/song/research-and-facilities/science-with-song/>

LIGNER EXOPLANETSYSTEMERNE SÅ VORES SOLSYSTEM?

LIGNER EXOPLANETSYSTEMERNE SÅ VORES SOLSYSTEM?

- Nej slet ikke!!!

LIGNER EXOPLANETSYSTEMERNE SÅ VORES SOLSYSTEM?

- Nej slet ikke!!!
- Kepler-satellitten fandt en masse **Hot Jupiters**
 - Store gasplaneter **tæt** på sin stjerne.
 - (Også de nemmeste at finde observere)
 - Modellen for vores solsystem kan ikke forklare dem.

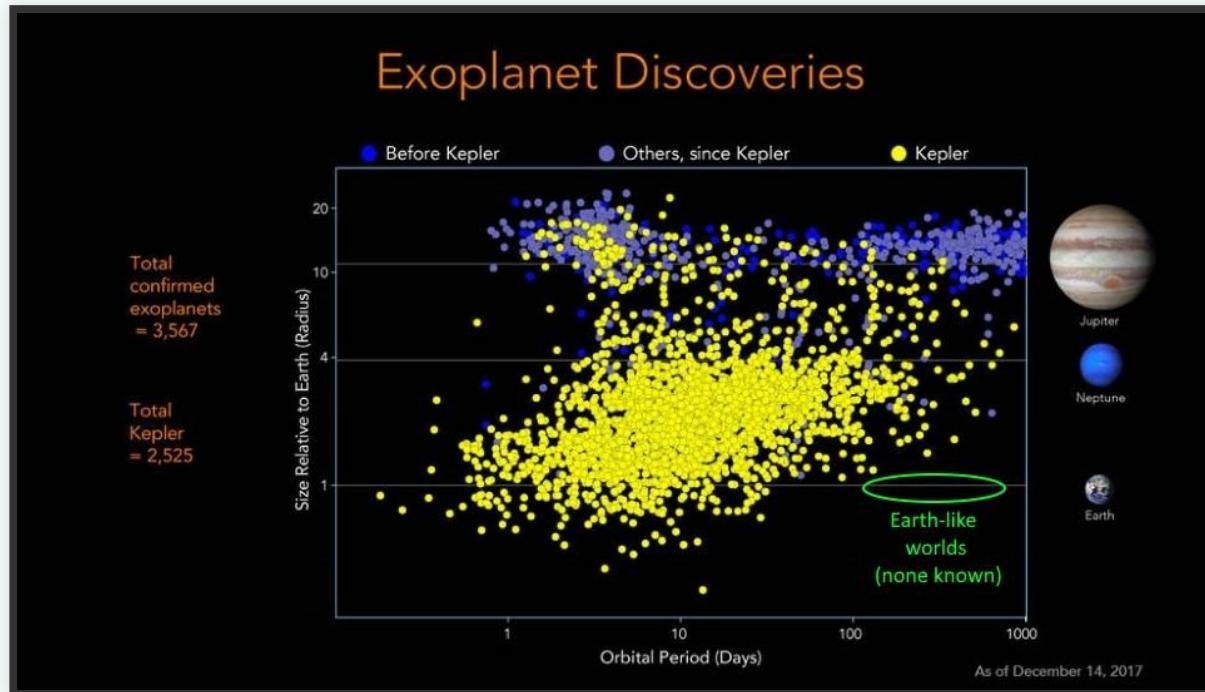
LIGNER EXOPLANETSYSTEMERNE SÅ VORES SOLSYSTEM?

- Nej slet ikke!!!
- Kepler-satellitten fandt en masse **Hot Jupiters**
 - Store gasplaneter **tæt** på sin stjerne.
 - (Også de nemmeste at finde observere)
 - Modellen for vores solsystem kan ikke forklare dem.
- Mangler de **kolde gasgiganter** for at kunne skabe de store bombardementer.

DRAKE ELLER FERMI?

- Mere eller mindre liv?

EFTER KEPLER



Kilde: <https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2019/04/23/at-last-scientists-have-found-the-galaxys-missing-exoplanets-cold-gas-giants/>

- Nu er astronomerne i stand til at observere de kolde gasgiganter.
- Spørgsmålet er blot, om der er nok af dem i hvert planetheltssystem til at skabe de voldsomme forstyrrelser (2:1 resonans og planetbaneombytning).

DRAKE ELLER FERMI?

- Mere eller mindre liv?

OKAY, MEN KAN MAN SÅ BO DER?

OKAY, MEN KAN MAN SÅ BO DER?

Astronomerne har indført begrebet

OKAY, MEN KAN MAN SÅ BO DER?

Astronomerne har indført begrebet

- Den beboelige zone

DEN BEBOELIGE ZONE

- Ca. samme flux som fra Solen på Jorden

$$F_{\odot} = 1360 \text{ W/m}^2$$

- $1200 \text{ W/m}^2 < F < 1500 \text{ W/m}^2$

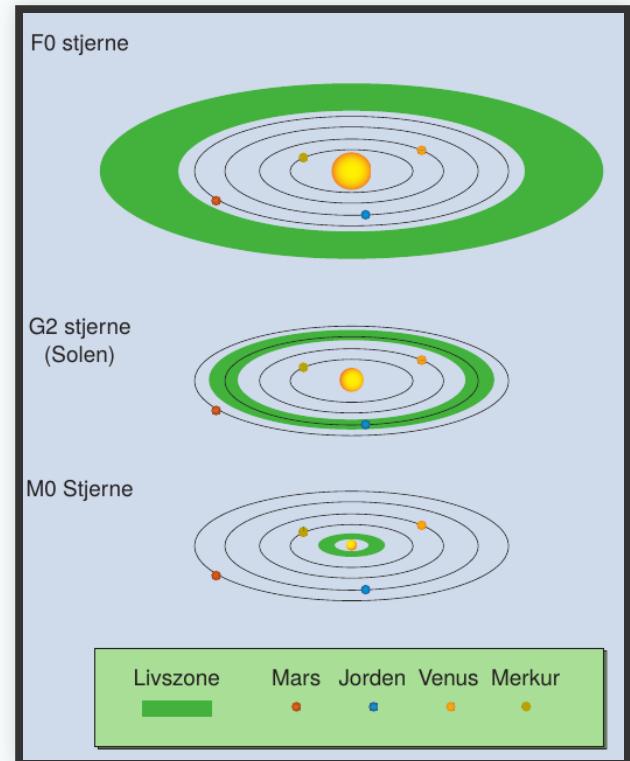
- $F = \frac{L}{4 \cdot \pi \cdot r^2} \rightarrow r = \sqrt{\frac{L}{4 \cdot \pi \cdot F}}$

- For $L = L_{\odot}$ bliver bredden

$$0.96 \text{ AE} < r < 1.07 \text{ AE}$$

- For $L = k \cdot L_{\odot}$ bliver bredden

$$\sqrt{k} \cdot 0.96 \text{ AE} < r < \sqrt{k} \cdot 1.07 \text{ AE}$$



OPGAVE: BEBOELIGE ZONER

1. Beregn den beboelige zones bredde og beliggenhed for tabellens typer af hovedseriestjerner.
2. Beregn, hvor meget Solens lysstyrke skal ændre sig, før Jorden befinner sig uden for den beboelige zone.

Sprektraltype	Lysstyrke [L/L_{\odot}]
B5	800
A0	60
F0	8
F5	4
G0	1.4
K0	0.4
K5	0.2
M0	0.06

FACIT

15.2 a) Vi bruger formlen for bredden af livszone fra tema 15.1 og får da følgende tabel for livszonens placering og bredde

Stjernetype km)	L/L_{sol}	$r_{min} (AE)$	$r_{max} (r_{max}) (AE)$	Bredde (AE)	Bredde (mio.
B5	800	27,15	30,26	3,11	467
A0	60	7,44	8,29	0,85	128
F0	8	2,72	3,03	0,31	46,5
G0	1,4	1,14	1,26	0,12	18
K0	0,4	0,61	0,68	0,07	10,5
K5	0,2	0,43	0,48	0,05	7,5
M0	0,06	0,24	0,26	0,02	3,0

b) Hvis livszonen skal begynde ved Jorden skal Solens lystyrke øges 9 %. ($\sqrt{k} \cdot 0,96 = 1$, som giver $k = 1,09$). Hvis Jorden skal ligge i den yderste kant af livszonen skal Solen bare lyse 87 % så stærkt som i dag ($\sqrt{k} \cdot 1,07 = 1$, som giver $k = 0,87$)

HVOR ER DET NEMMEST AF FINDE
LIV?

HVOR ER DET NEMMEST AF FINDE LIV?

Omkring store eller små stjerner?

LIV OMKRING STORE STJERNER

LIV OMKRING STORE STJERNER

Pros:

LIV OMKRING STORE STJERNER

Pros:

- Brede beboelige zoner (større chance for at planeterne befinner sig indenfor zonen)

LIV OMKRING STORE STJERNER

Pros:

- Brede beboelige zoner (større chance for at planeterne befinner sig indenfor zonen)
- Stor afstand fra Stjernen (mindre farlig stråling)

LIV OMKRING STORE STJERNER

Pros:

- Brede beboelige zoner (større chance for at planeterne befinner sig indenfor zonen)
- Stor afstand fra Stjernen (mindre farlig stråling)

Cons:

LIV OMKRING STORE STJERNER

Pros:

- Brede beboelige zoner (større chance for at planeterne befinner sig indenfor zonen)
- Stor afstand fra Stjernen (mindre farlig stråling)

Cons:

- Meget få store stjerner.

LIV OMKRING STORE STJERNER

Pros:

- Brede beboelige zoner (større chance for at planeterne befinner sig indenfor zonen)
- Stor afstand fra Stjernen (mindre farlig stråling)

Cons:

- Meget få store stjerner.
- Meget korte levetider på hovedserien. (~100 000 til ~1000 000 år for de største O-stjerner)!

LIV OMKRING STORE STJERNER

Pros:

- Brede beboelige zoner (større chance for at planeterne befinner sig indenfor zonen)
- Stor afstand fra Stjernen (mindre farlig stråling)

Cons:

- Meget få store stjerner.
- Meget korte levetider på hovedserien. (~100 000 til ~1000 000 år for de største O-stjerner)!
- Livet kan ikke nå at udvikle sig inden stjernerne bliver til supernovaer.

LIV OMKRING SMAÅ STJERNER

LIV OMKRING SMAÅ STJERNER

Pros:

LIV OMKRING SMAÅ STJERNER

Pros:

- Ufatteligt mange af dem (90% af alle stjerner er mindre end Solen).

LIV OMKRING SMAÅ STJERNER

Pros:

- Ufatteligt mange af dem (90% af alle stjerner er mindre end Solen).
- M-stjerner har levetider, som er langt overgår Universets nuværende alder (13.7 mia år).

LIV OMKRING SMÅ STJERNER

Pros:

- Ufatteligt mange af dem (90% af alle stjerner er mindre end Solen).
- M-stjerner har levetider, som er langt overgår Universets nuværende alder (13.7 mia år).

Cons:

LIV OMKRING SMÅ STJERNER

Pros:

- Ufatteligt mange af dem (90% af alle stjerner er mindre end Solen).
- M-stjerner har levetider, som er langt overgår Universets nuværende alder (13.7 mia år).

Cons:

- Kort afstand til stjernen.

LIV OMKRING SMÅ STJERNER

Pros:

- Ufatteligt mange af dem (90% af alle stjerner er mindre end Solen).
- M-stjerner har levetider, som er langt overgår Universets nuværende alder (13.7 mia år).

Cons:

- Kort afstand til stjernen.
- Bunden rotation. (Ligesom Månen, samme side mod stjernen hele tiden).

LIV OMKRING SMAÅ STJERNER

Pros:

- Ufatteligt mange af dem (90% af alle stjerner er mindre end Solen).
- M-stjerner har levetider, som er langt overgår Universets nuværende alder (13.7 mia år).

Cons:

- Kort afstand til stjernen.
- Bunden rotation. (Ligesom Månen, samme side mod stjernen hele tiden).
- Små stjerner er "kølige", men deres overflader er meget aktive.
 - Der sendes store mængder af ladede partikler (Soludbrud) ud imod planeterne.

LIV OMKRING SMÅ STJERNER

Pros:

- Ufatteligt mange af dem (90% af alle stjerner er mindre end Solen).
- M-stjerner har levetider, som er langt overgår Universets nuværende alder (13.7 mia år).

Cons:

- Kort afstand til stjernen.
- Bunden rotation. (Ligesom Månen, samme side mod stjernen hele tiden).
- Små stjerner er "kølige", men deres overflader er meget aktive.
 - Der sendes store mængder af ladede partikler (Soludbrud) ud imod planeterne.
- En verden uden dag og nat. En eventuel atmosfære slynges væk pga. solvinde, så ingen beskyttelse med den glohede plasma.

HVAD TROR I NU?

HVAD TROR I NU?

- Drake eller Fermi?

HVAD TROR I NU?

- Drake eller Fermi?
- Er vi blot en dum civilisation, som endnu ikke har formået at kommunikere med de andre?



HVAD TROR I NU?

- Drake eller Fermi?
- Er vi blot en dum civilisation, som endnu ikke har formået at kommunikere med de andre?
- Eller er vi Mælkevejens super civilisation?



ER JORDEN ALMINDELIG MEN LIVET UNIKT?

Præsentation af Uffe Gråe Jørgensen, som denne præsentation er kraftigt inspireret af.

Er Jorden almindelig men livet unikt?



Direkte link: <http://video.ku.dk/er-jorden-almindelig-men-livet-unikt>

LÆNGERE FOREDRAG MED UFFE GRÅE JØRGENSEN



30:14

Direkte link: <https://video.ku.dk/fra-big-bang-til-liv-i-universet>