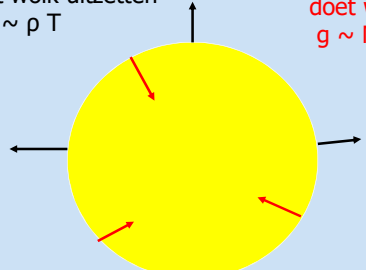


Gasdruk:
doet wolk uitzetten
 $P_{\text{gas}} \sim \rho T$

Zwaartekracht
doet wolk krimpen
 $g \sim M / R^2$



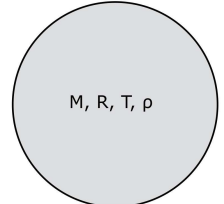
Sir James Jeans
1877-1946

Wolk trekt samen als zwaartekracht wint van gasdruk
Dat is als de massa > Jeans massa (M_J)

Bij $T = 30 \text{ K}$ en dichtheid = $10 \text{ atomen/cm}^3 \rightarrow M_J = 10^4 M_{\text{zon}}$

19

Consider a spherical homogenous cloud:



M, R, T, ρ

$M > M_J \equiv \frac{5kT}{\mu m_H} \cdot \frac{R}{G}$ **Jeans mass**

With $T \sim 10 \text{ K}$
And mean particle mass is μm_H
with $\mu = 1$

If $M > M_J$ then cloud contracts and starts to form stars.
This shows that only massive clouds of $M > 10^3$ a $10^4 M_{\text{sun}}$ will contract and form stars! -> star clusters!

20

The Jeans mass of a cloud in equilibrium

Pot Energy : $E_{\text{pot}} \sim -M \times (GM/R) \sim -3/5 \frac{GM^2}{R}$
(3/5 for a homogeneous cloud)

Kinetic Energy : $E_{\text{kin}} \sim 3/2 N k T \sim 3/2 (M/m) k T$
($m = \text{mean mass per atom} \sim 1 m_H$)

It can be shown that a cloud (or star) is in hydrostatic equilibrium if

$E_{\text{kin}} = -1/2 E_{\text{pot}} !!$

If $E_{\text{kin}} > -1/2 E_{\text{pot}}$ then gas pressure wins over gravity and the cloud expands

If $E_{\text{kin}} < -1/2 E_{\text{pot}}$ then gravity wins and cloud contracts.

21

Jeans criterium voor stervorming uit wolk



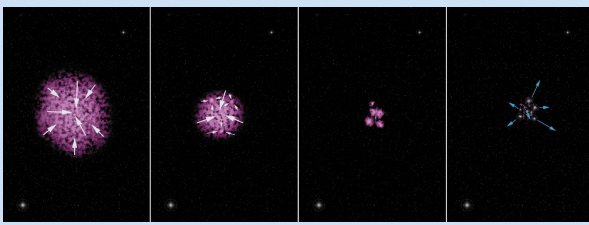
Sir James Jeans
1877-1946

1. Thermische energie, E_{th} , van de wolk is maat voor totale gasdruk
2. Potentiele energie, E_{pot} , van de wolk is maat voor de totale zwaartekracht
3. Als een wolk in evenwicht is, tussen zwaartekracht en gasdruk, dan geldt:
Viriaal theorema: $E_{\text{th}} = -0.5 E_{\text{pot}}$
let op, E_{pot} is altijd negatief, dus $-0.5 E_{\text{pot}}$ is positief
4. Een wolk zal instorten als: gasdruk verliest van zwaartekracht, dus als

$E_{\text{th}} < -0.5 E_{\text{pot}}$ **Jeans criterium**

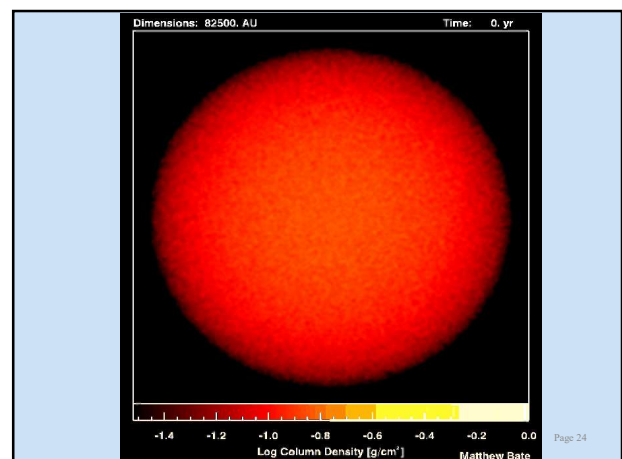
22

Het ontstaan van een sterrenhoop uit een grote gasnevel



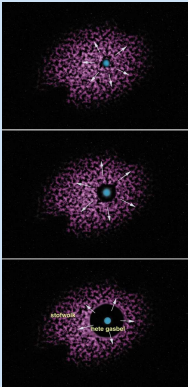
1. kontraktie van een gaswolk door eigen zwaartekracht
2. kontraherende gaswolk gaat klonteren
3. klonters trekken samen tot sterren
4. sterrenhoop!

23



24

**Bellen blazen
in een wolk**



De eerste sterren ontstaan in het centrum van de wolk. Die eerste sterren gaan gas in hun directe omgeving verhitten en ionizeren →

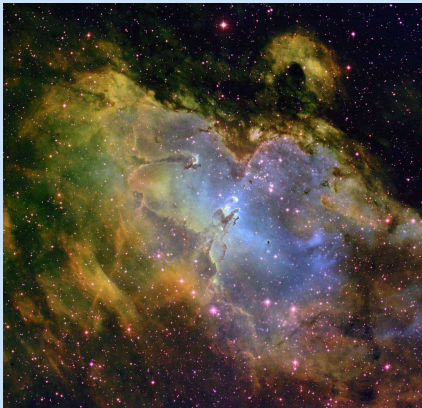
expanderende hete gasbel

25



26

De Adelaar nevel : stervormings nevel



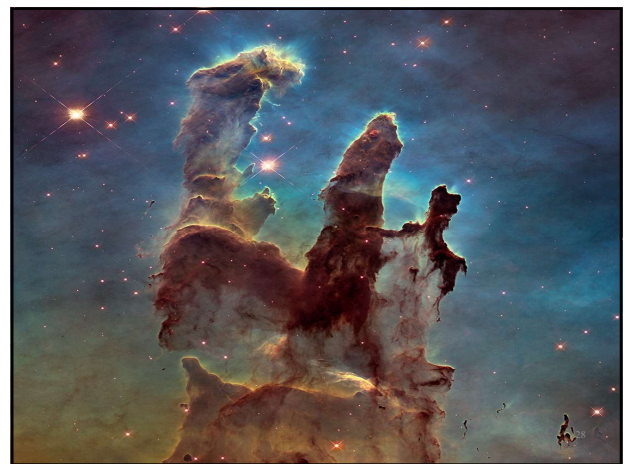
Afstand: 7000 lj

Diameter:
totaal : 50 lj
binnendeel: 15 lj

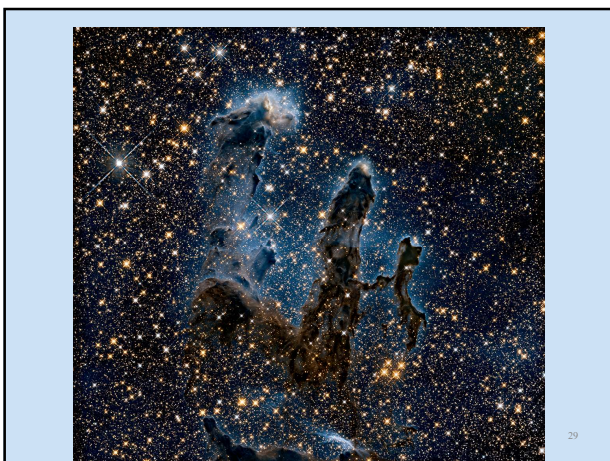
Totale massa:
>12000 Mzon

Page 27

27



28

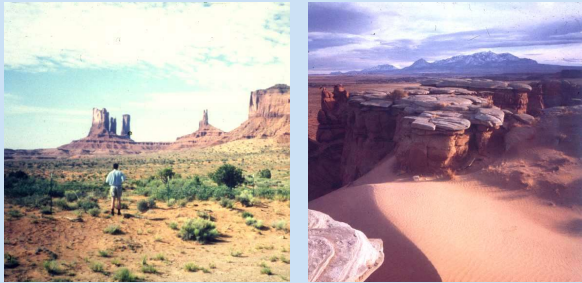


29



30

Pilaren ontstaan door “erosie”



31

31



32



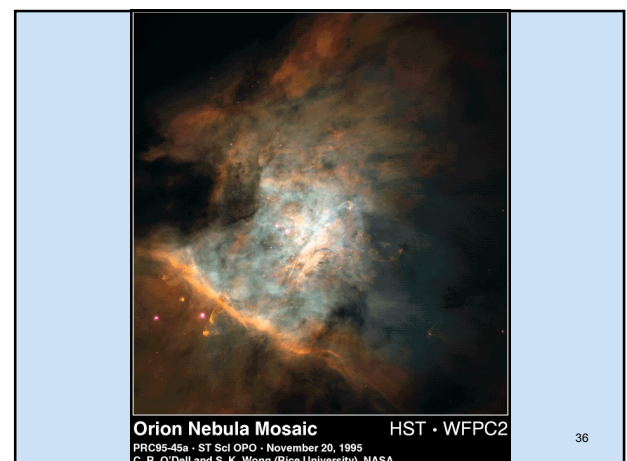
33



34



35



36



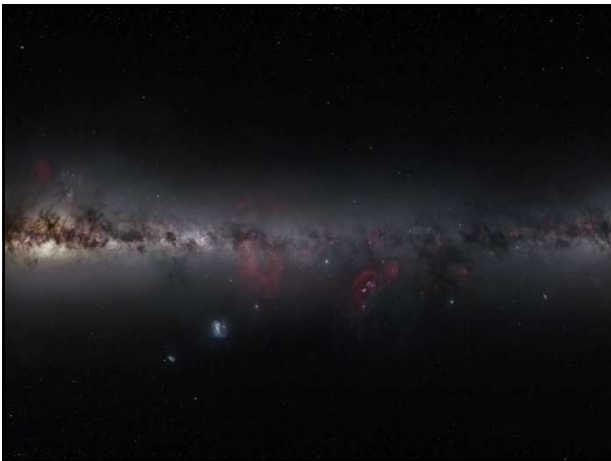
37

Proplyds = proto planetary disks
heel jonge kleine ster met daarom heen een stofschijf



38

38



39

Hoe
zijn de planeten ontstaan?



Page 40

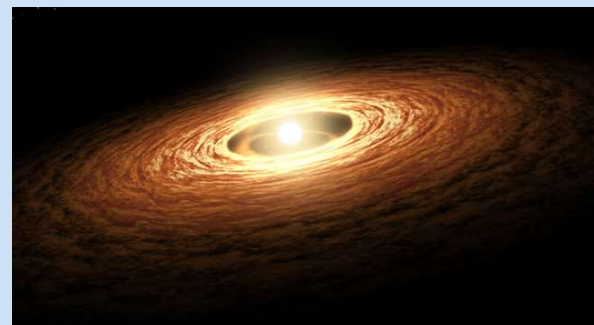
40

Pirouette effect



41

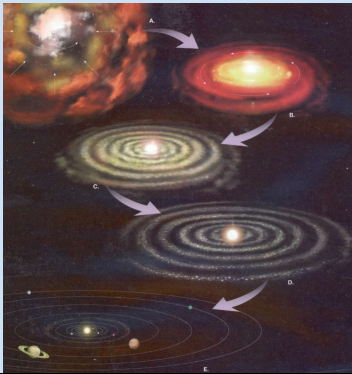
41



42

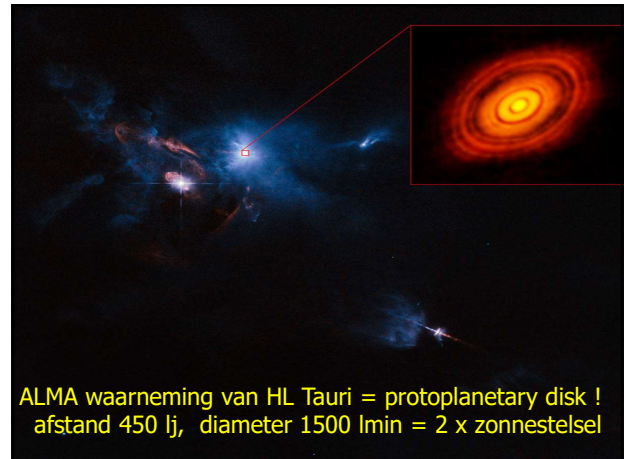
42

Ontstaan van aarde en planeten?



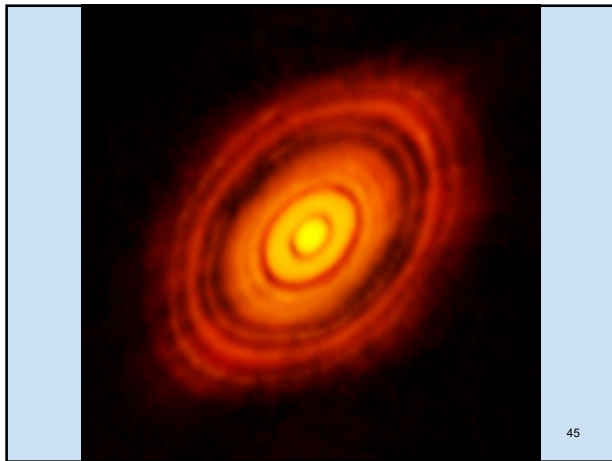
43

43



ALMA waarneming van HL Tauri = protoplanetary disk !
afstand 450 lj, diameter 1500 lmin = 2 x zonnestelsel

44



45

45

De aarde draait met de andere planeten om de Zon



46

46

DE MENS TUSSEN DE STERREN

WIJ ZIJN GEMAAKT VAN STERRENSTOF



Prof. Henry J.G.L.M. Lamers
Sterrenkundig Instituut
Universiteit van Amsterdam

AstroBoekjes: deel 1

AstroBoekje 1

De Mens tussen de Sterren:
wij zijn gemaakt van sterrenstof

20e druk
October 2018
20 geïllustreerde pagina's

Hier: Euro 5,00
Ik signeer op verzoek

Ook te bestellen via mijn website
www.hennylamers.nl voor 7,50

47

47

Stervorming in melkwegstelsels

48

48



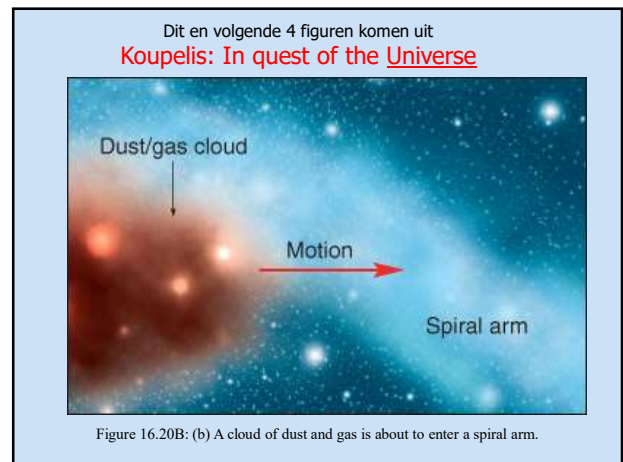
49



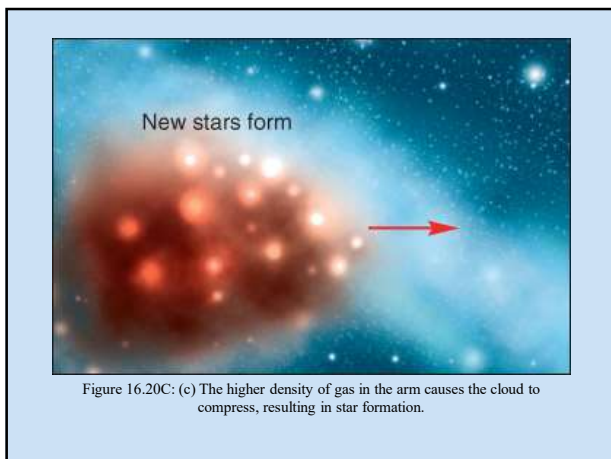
50



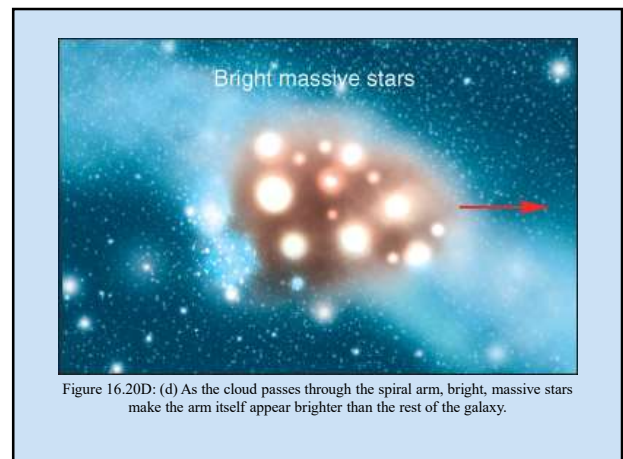
51



52



53



54

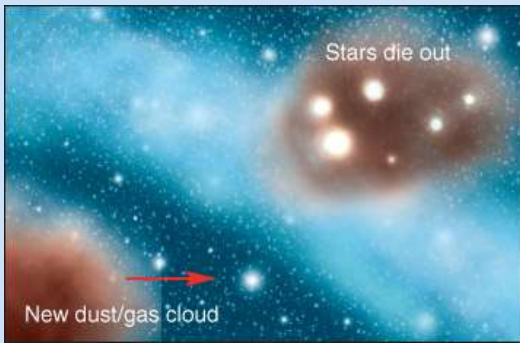


Figure 16.20E: (e) The bright stars burn out before they exit the spiral arm, as another cloud of dust and gas begins to enter the arm.

55



56

56

The End

57

57

AstroBoekjes	
DE MENS TUSSEN DE STERREN WIL ZIJN GEMAAKT VAN STERRENSTOF Prof. Henk J.G.L.M. Lamers Sterrenkundig Instituut Universiteit van Amsterdam AstroBoekjes deel 1	HALLO IS DAAR IEMAND? SPEUREN NAAR LEVEN IN HET HEELAL Prof. Henk J.G.L.M. Lamers Sterrenkundig Instituut Universiteit van Amsterdam AstroBoekjes deel 1
DE OERKNAI EN HET UITDIJEND HEELAL OP ZOEK NAAR DE OORSPRONG Prof. Henk J.G.L.M. Lamers Sterrenkundig Instituut Universiteit van Amsterdam AstroBoekjes deel 2	HET DRAAIT ALLEMAAL OM DE ZON ONTSTAAN, BOUW EN EVOLUTIE VAN ONS PLANETENSTELSEL Prof. Henk J.G.L.M. Lamers Sterrenkundig Instituut Universiteit van Amsterdam AstroBoekjes deel 4
1. De Mens tussen de Sterren: wij zijn gemaakt van sterrenstof 21e druk 2. Halo is daar iemand? speuren naar leven in het heelal 19e druk 3. De Oerknal en het uitdijende heelal : op zoek naar de oorsprong 18e druk 4. Het draait allemaal om de Zon : ontstaan, bouw en evolutie van ons planetenstelsel 9e druk	
Euro 5,00 per stuk of Bestellen via www.hennylamers.nl Euro 7,50 per stuk.	

58