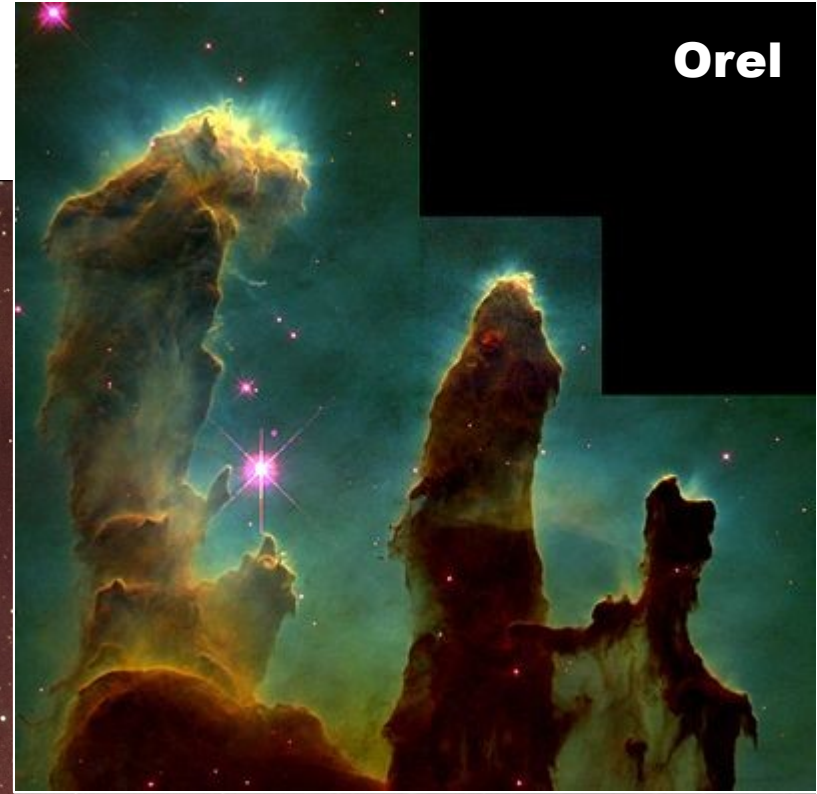


# Nastanek Osončja

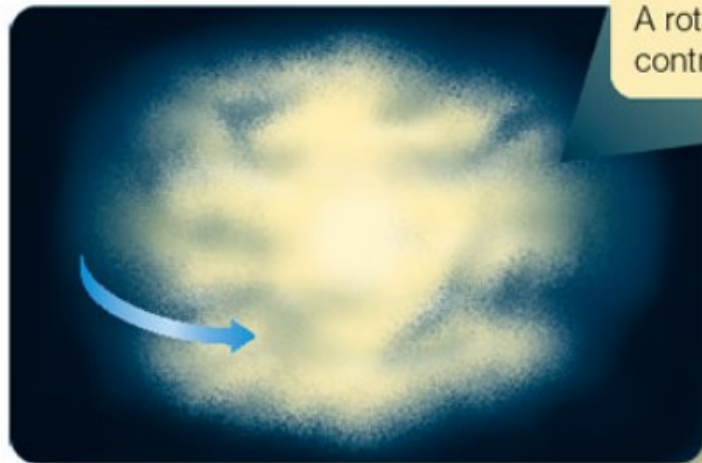


Orel

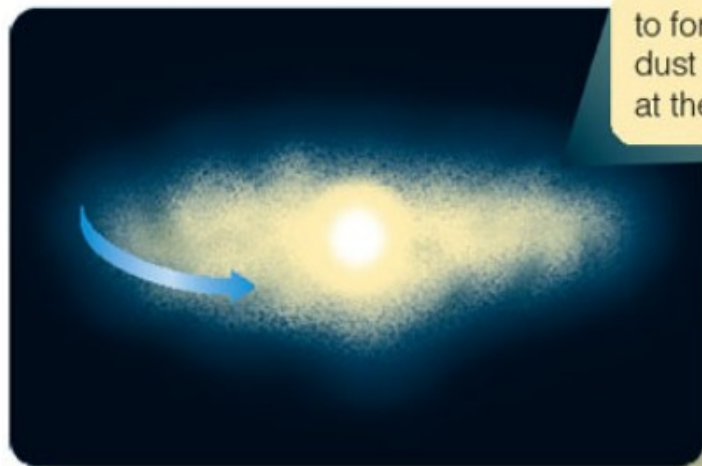
Orion

## The Solar Nebula Hypothesis

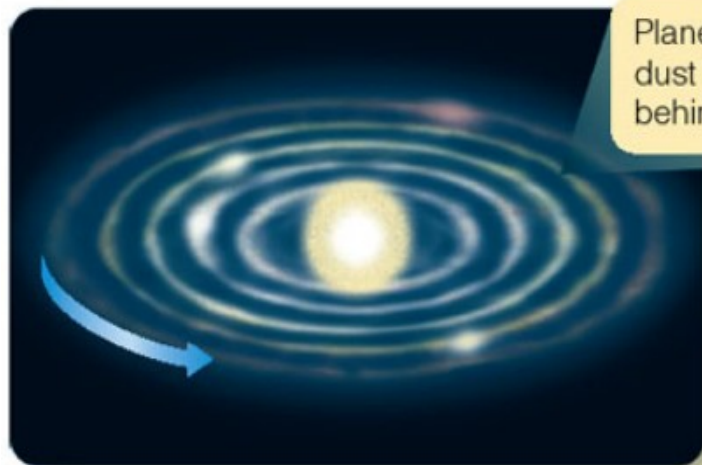
A rotating cloud of gas contracts and flattens...



to form a thin disk of gas and dust around the forming sun at the center.



Planets grow from gas and dust in the disk and are left behind when the disk clears.



# Nastanek Osončja

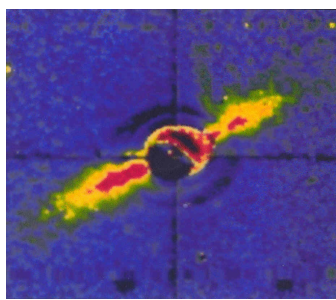
Meglična hipoteza nastanka Osončja. Zvezdna kopica, 1000-10000 zvezd (po 100-500 milijonih let kopica razpade). 2% mase so elementi težji od helija.

Kolapsirajoči medzvezdni oblak, eden od fragmentov se razvije v Osončje.

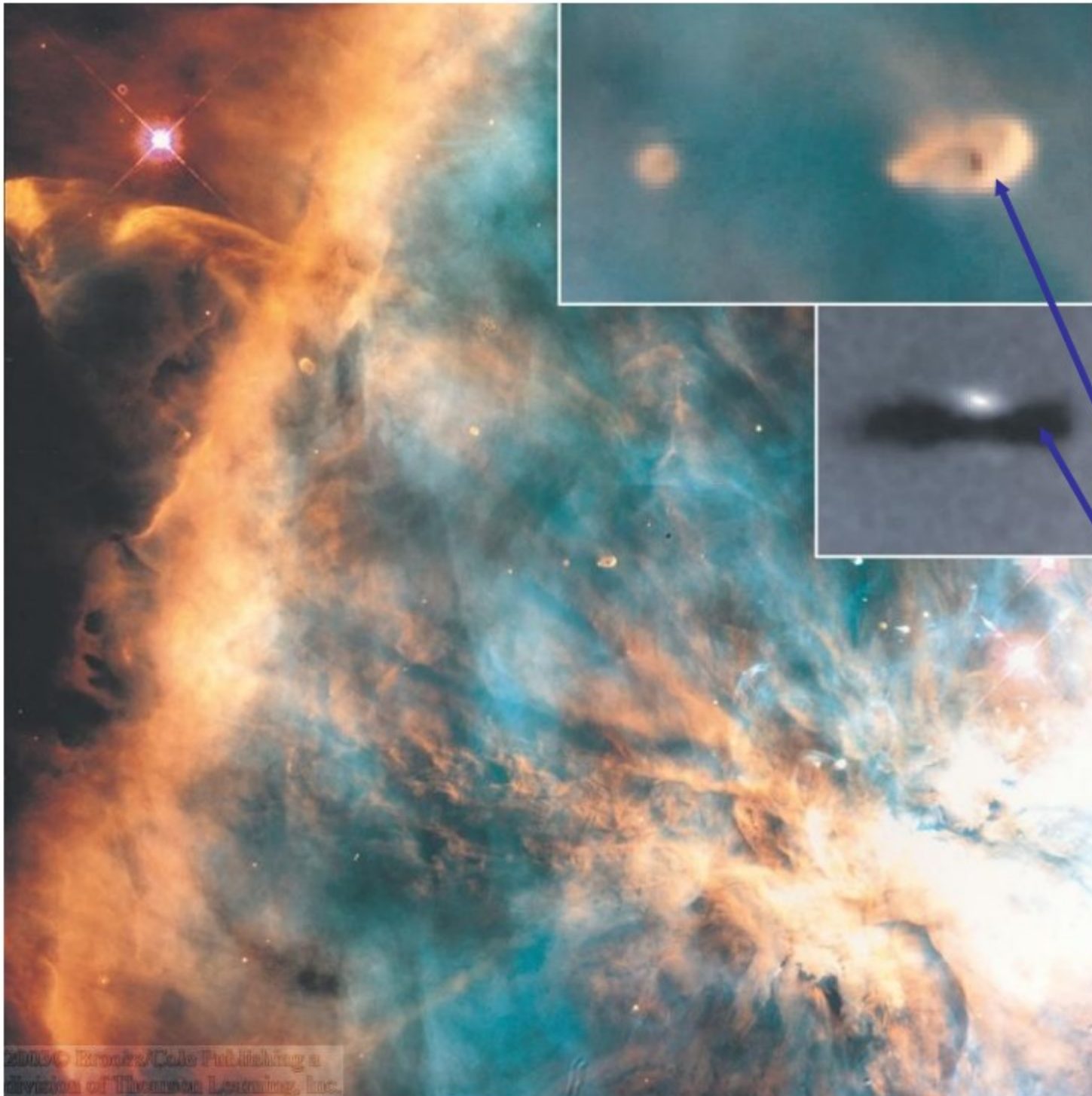
V ~100.000 letih nastane protozvezda obdana z diskom polmera ~200 a.e. Tej fazi razvoja pravimo faza T Bika.

Po 30-50 milijonih let se Sonce razvije v pravo zvezdo: spajanje vodika v helij.

Najstarejši najdeni deli meteoritov imajo starost 4,57 milijarde let.



Disk okoli Beta Slikarja.

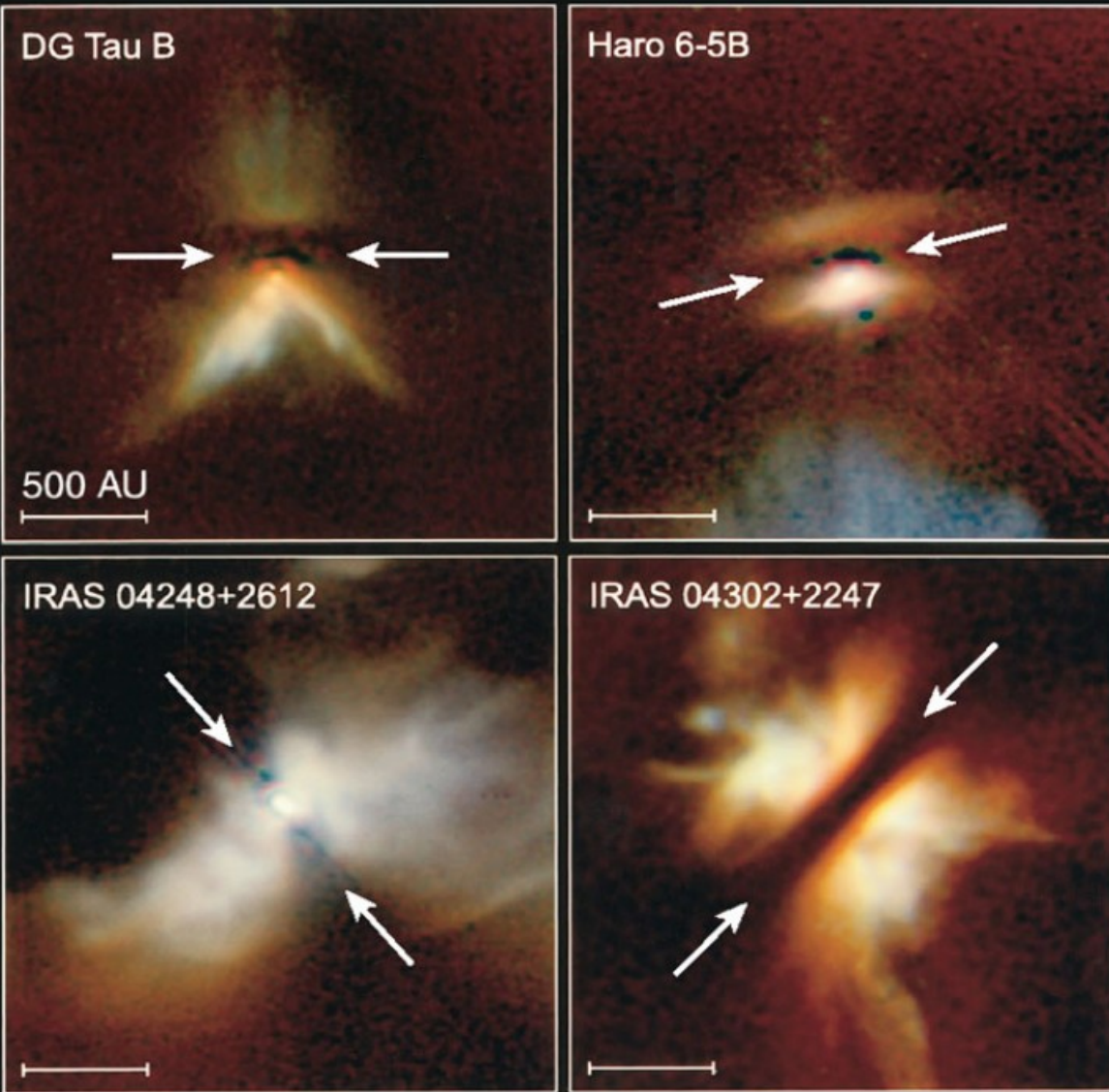


## **Primeri trenutnega nastajanja zvezd**

**Veliko mladih  
zvezd v Orionovi  
meglici obdaja  
prašen disk.**

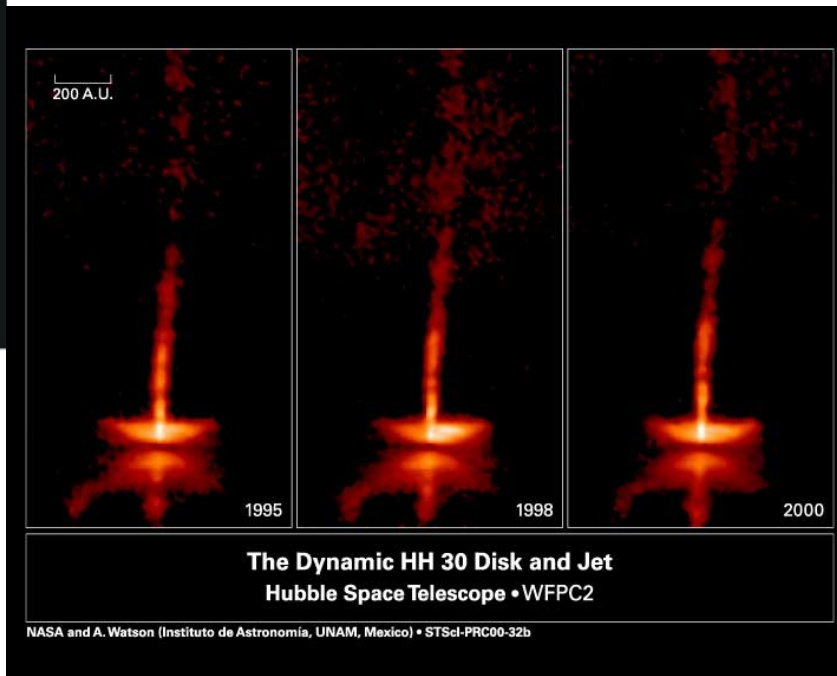
**Verjetno v teh  
diskih ravnokar  
nastajajo planeti.**

# Primeri trenutnega nastajanja zvezd

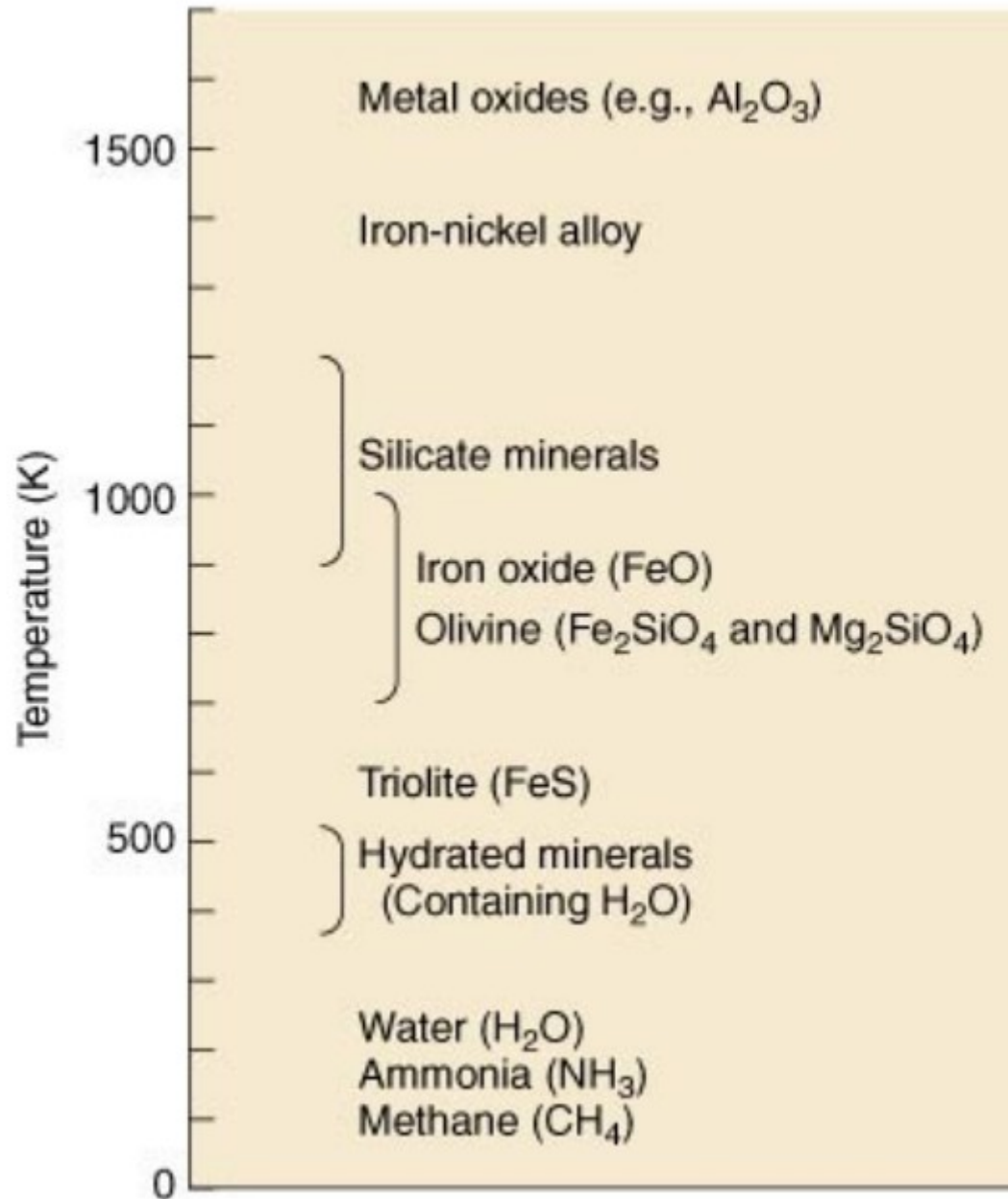


**Nekatere prašne diske je mogoče direktno slikati.**

**Dinamični curek snovi iz zelo aktivne zvezde tipa T Bika.**



# Kondenzacijske temperature

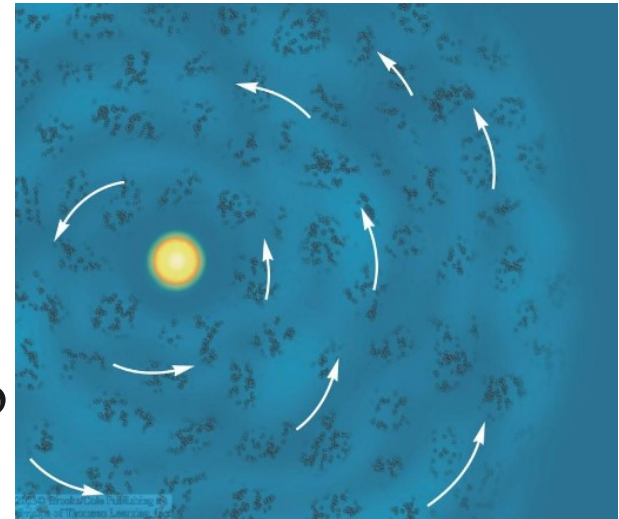


# Zametki planetov

Notranji planeti: nastajajo pri visokih temperaturah znotraj diska plina in prahu. Zaradi redkosti snovi z visokim tališčem ostajajo majhni (železo, nikelj, aluminij, kamniti silikati,... so predstavljali le 0,6% mase). Voda in druge lahko hlapljive spojine se na njih ne morejo kondenzirati.

Ker je plin in prah delno podprt z radialno komponento tlaka, se zametki gibljejo hitreje od plina in prahu, to pa pospešuje akrecijo snovi nanje. Izguba vrtilne količine zametkov povzroči seljenje njihovih tirov navznoter.

V 100.000 letih so zametki planetov narastli na maso 0,05 mase Zemlje.



Zunanji planeti: nastajajo dovolj daleč, da so hlapljive snovi zmrznjene. Zato zametki rastejo hitreje. Danes 4 orjaški planeti predstavljajo 99% snovi, ki kroži okoli Sonca. Sekvenca nastanka je od prvega Jupitra (kjer je bil disk najgostejši) do zadnjih Urana in Neptuna. Ker je pred nastankom zadnjih dveh Sonce že z vetrom čistilo disk, je ob njunem nastanku primanjkovalo lahkih spojin. Zato imata le malo vodika in helija, nastati pa sta morala tudi bližje Soncu, kot sta danes (migracija navzven).

# Tiri planetov

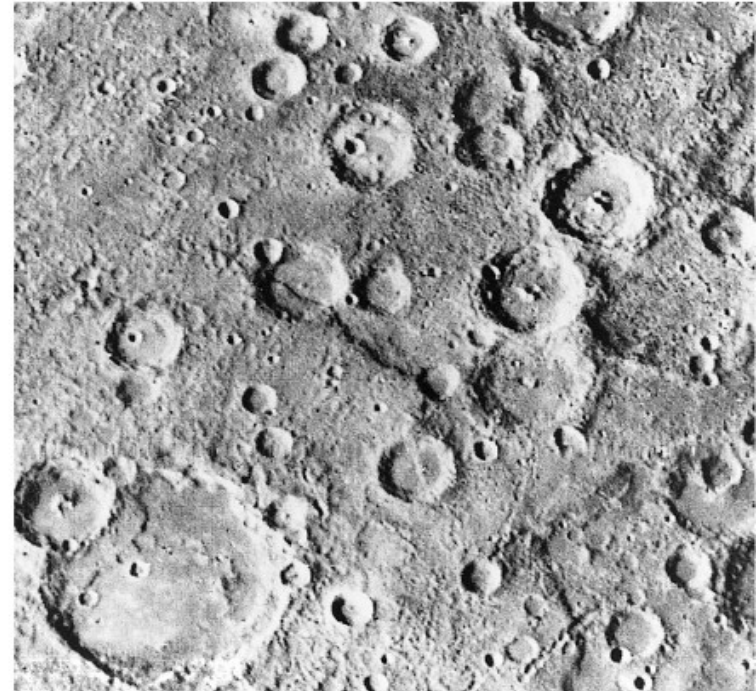
Notranji planeti: v notranjih delih Osončja je bilo na začetku ~100 teles velikosti med Luno in Marsom. Imajo sploščene tire, torej so trki pogosti, pri enem od njih je nastala tudi naša Luna. Na koncu preostanejo današnji 4 kamniti planeti. Ni pa jasno, zakaj imajo ta telesa skoraj krožne tire.

Asteroidni pas: na začetku je bilo tam precej snovi, morda za 20 teles velikosti med Luno in Marsom. Pomembna pa je bližina Jupitra in resonanc z njim, ki so se z njegovo radialno migracijo selile po območju asteroidnega pasu. Resonance vzbujajo eliptične tire, zato zametki v tem območju niso rastli z akrecijo, ampak so ob trkih razpadali. Resonance so tudi bistveno zmanjšale maso teles v asteroidnem pasu, saj je številna vrglo navzven ali navznoter. Med tistimi, ki so se sipala navznoter, bi lahko bili tudi asteroidi, ki so Zemlji "preskrbeli" vodo.

Zunanji planeti: Interakcija 4 orjakov z manjšimi zametki je slednje pogosto potisnila navzven (nastanek današnjega Kuiperjevega pasu in Oortovega oblaka), obenem pa povzročila radialno migracijo 4 orjakov. Pomembna je bila tudi začasna 2:1 resonanca med Jupitrom in Saturnom.

# Pozna faza bombardiranja

Pozna faza bombardiranja: kakih 600 milijonov let po nastanku Osončja so notranji planeti ob radialnih migracijah 4 orjakov doživeli močno bombardiranje asteroidov, ki so jih resonančne interakcije z orjaki usmerile v notranje dele Osončja. Posledice tega bombardiranja vidimo v starih kraterjih na Luni in Merkurju. Takoj po tej fazi bombardiranja lahko lociramo najstarejše ostanke življenja na Zemlji (starost 3,8 milijarde let).





# Nastanek lun

Lune lahko nastanejo na tri načine:

- s kondenzacijo v cirkumplanetarnem disku ob planetu (le v primeru orjaških planetov),
- z ujetjem mimobežnega telesa,
- s kondenzacijo ostankov trka pod majhnim kotom,

Primer prvega scenarija so 4 Galilejske lune ali Titan.

Zunanje majhne lune orjakov so primeri ujetih teles, ki večkrat krožijo v obratnem smislu gibanja planeta okoli Sonca. Ujeti sta tudi Marsovi Luni Fobos in Deimos.

Trk telesa velikost Marsa je verjetno odgovoren za nastanek naše Lune.