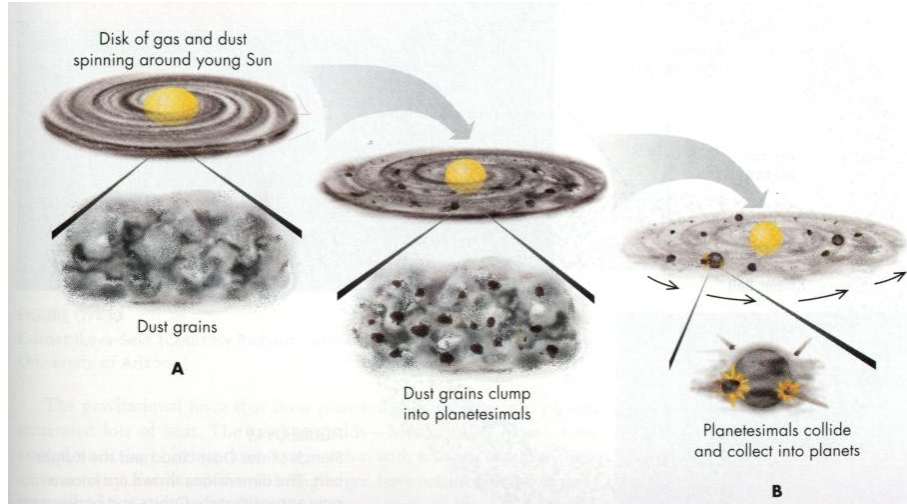


Planetenstelsel in wording Modelleren tw2050



Inleiding

De exacte wetenschap is begonnen met Isaac Newton, die aantoonde dat de banen van de planeten volgden uit de door hem ontdekte zwaartekrachtswet.

Dit project gaat over het ontstaan van planeten en ringen in de astronomie. We willen het onderzoek richten op één bepaalde eigenschap van planetaire schijven. Hiervoor moeten we het standaardmodel uitbreiden met een extra effect of kracht, zodat we hiermee een bepaalde onderzoeksvraag kunnen beantwoorden. Dit hoeft niet heel realistisch te zijn, als het maar wél interessant is. Hierbij moet je denken aan: botsingen, waarbij massas fuseren of uiteenspatten, getijdekrachten, invloeden en krachten die van buitenaf komen.

Toepassingen

- **Planetaire schijven:** De deeltjes zijn de planeten. Bij het ontstaan van de planeten, is er in het begin een grote wolk van kleine planetesimalen. De deeltjes bosten voortdurend en zo groeien de planeten aan.
Hoeveel planeten krijg je uiteindelijk? Waar staan de planeten?
Wat is de kans op een botsing? Hoe vaak worden planeten weggeschoten?
- **Kuipergordel:** De deeltjes zijn ijsdweren nabij Neptunus. De aanwezigheid van Neptunus en Planeet 9 beïnvloeden de verdeling van de deeltjes.
Hoe zien de banen eruit? Hoe groot is de kans op een komeetinslag op Aarde?
- **Planeetringen:** De deeltjes zijn de ringdeeltjes uit de ringen van Saturnus.
Waardoor zijn de ringen ontstaan? Hoe oud zijn de ringen?
Hoe vormen de scheidingen? Hoe beïnvloed een maantje de ringen?
Wat is het effect van komeetinslagen op de ringen?
- **Asteroiden:** De asteroïdegordel tussen Mars en Jupiter.

Uitgangsmodel

Sterren, planeten, manen en asteroïden bewegen onder invloed van de zwaartekracht.

De **bewegingsvergelijkingen** (voor de posities in de tijd) zijn:

$$\frac{d^2 \mathbf{r}_i}{dt^2} = G \sum_{j \neq i} m_j \frac{\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i}{|\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i|^3} + \frac{1}{m_i} \mathbf{F}_{\text{ext}}(\mathbf{r}_i)$$

Neem als beginsituatie een schijf met deeltjes in cirkelbanen.

Tijdschema

week 1 starten

- taakverdeling
- bronnen- en literatuurstudie
- analyse van de differentiaalvergelijkingen
- eenheden en parameters
- programmeren van uitgangsmodel (taal, software naar keuze)

week 3 kiezen

- toepassing: zonnestelsel, asteroïden, ringen van Saturnus, etc.
- aantal dimensies, deeltjesaantallen en aantal interne vrijheidsgraden
- geschikte numerieke integratiemethode (Runge Kutta, Leapfrog)
- onderzoeksvraag
- taal (Engels/Nederlands)

week 4 rekenen

- simuleren, eerst grote stappen en weinig deeltjes
- zoek integrerende factoren (energy, impuls, impulsmoment)
- weergeven resultaten
- numerieke-fout bepalen (b.v. Richardson's extrapolatie)

week 5 uitbreiden

- onderzoeksvraag
- orde-grootte inschatting van effect dat je onderzoekt
- implementatie
- analyse van effect en fout in effect

week 6 simuleren

- veel simulaties uitvoeren
- verbeteren numerieke efficiëntie
- veel situaties onderzoeken

week 7 schrijven

- samenvatten resultaten
- terugkoppeling
- conclusies trekken
- eerste aanzet verslag
- inleveren eerste versie verslag

week 8 voordracht

- titel verslag, titel voordracht
- plaatjes voordracht
- taakverdeling
- voorbereiding mondelinge presentatie