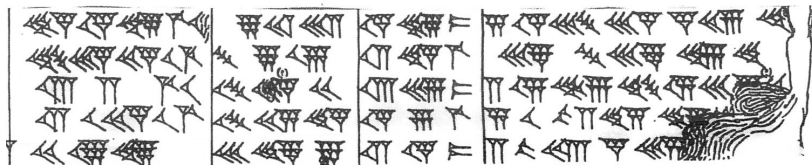


# De betekenis van infi voor het Wereldbeeld en de moderne Geesteswetenschappen



# Babyloniërs (300 v. Chr)

De goden communiceren met de mensen via de hemellichamen  
zon, maan en planeten. Je kunt de posities van de hemellichamen  
wel vantevoren berekenen; astrologie is mogelijk.

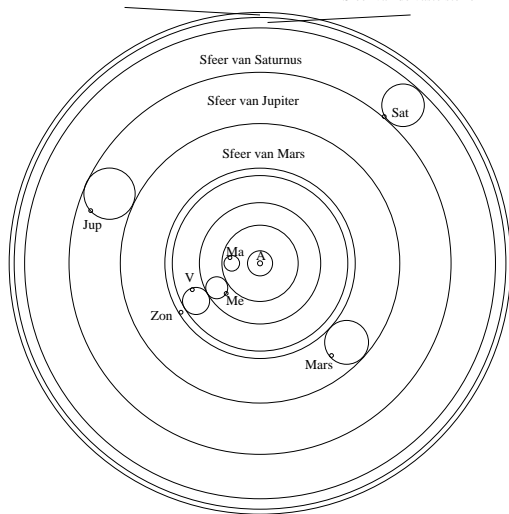


54 14 48	- ↑	8 21 32	14 58 ↑	5 14 39 34 4 26 40
49 34 24	+ ↓	9 8 16	12 44 ↓	37 9 37 46 40 ...
13 2	- ↑	19 34 20	13 36 ↑	2 15 56 49 15 33 20
12 10 14	+ ↓	19 25 44	14 6 ↓	5 10 0 2 45 46 40
1 20 18 48		30 47 8	12 14 ↑	2 0 23 4 35 .....

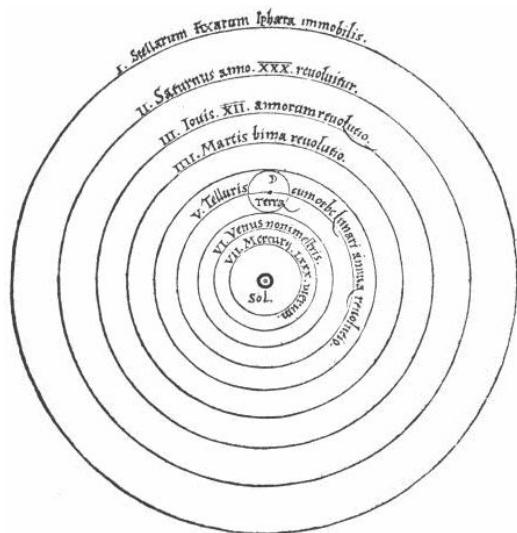
# Het universum in de Griekse oudheid (150 na C.): hemel is anders dan aarde

Buitenste sfeer (hemelequator, dierenriem)

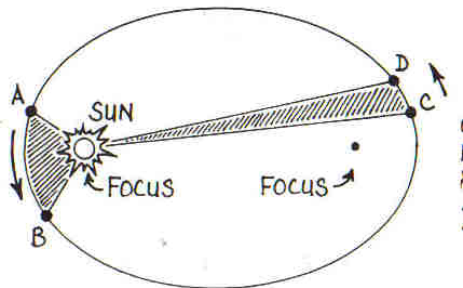
Sfeer van de vaste sterren



Het universum van Copernicus (1543): planeten bewegen in combinaties van cirkels; hemel nog steeds anders dan aarde



## De wetten van Kepler (1609, 1619): prachtige kosmische harmonieën in de hemel



1. Elke planeet beweegt in een ellips met de zon in een brandpunt
2. Perkenwet: planeet beschrijft in gelijke tijden gelijke perken

## Derde wet van Kepler

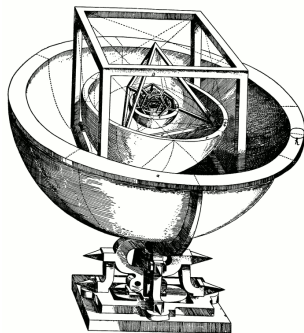
3. De kwadraten van de omlooptijden  $p$  verhouden zich als de derde machten van de afstanden  $a$  (de halve hoofdassen van de ellipsen)

Planeet	$p$ (jr)	$a$ (AE)	$p^2$	$a^3$
Mercurius	0,24	0,39	0,06	0,06
Venus	0,62	0,72	0,39	0,37
Aarde	1	1	1	1
Mars	1,88	1,52	3,53	3,51
Jupiter	11,9	5,20	142	141
Saturnus	29,5	9,54	870	868

# Wetten van Kepler (1571-1630)

Voor Kepler stond de derde wet los van de eerste twee.

De planeten hadden verband met regelmatige veelvlakken, en maakten ook hemelse muziek.



# Isaac Newton, Principia (1687)

De drie hemelse wetten van Kepler, en de aardse valwet van Galileo (paraboolbaan), worden afgeleid uit één algemene gravitatiewet, modern:

$F_i = m_i a_i = g \frac{m_1 m_2}{r^2}$ . Hierin zijn  $m_i$  de massas van twee lichamen,  $a_i$  hun versnelling,  $r$  afstand tussen de twee lichamen.

Dit is een differentiaalvergelijking want de versnelling  $a$  is de tweede afgeleide van de plaatsvector  $r$ .

Boek hoofdstuk 11.6 legt uit hoe deze wordt opgelost.



# Verschil tussen Kepler en Newton

Voor Kepler geldt: GOD  $\rightarrow$  kosmische harmonieën (o.a de drie wetten)  $\rightarrow$  bewegingen van de planeten.

Voor Newton geldt: 1. GOD  $\rightarrow$  differentiaalvergelijking  $\rightarrow$  oplossing van die vergelijking  $\rightarrow$  bewegingen van de planeten  
2. Er is geen verschil tussen bewegingen in de hemel en op aarde.

# Na Newton

(GOD →) differentiaalvergelijkingen → oplossing van die vergelijkingen → steeds betere verklaringen van de bewegingen van de planeten, ook de maan

Dit was een success-story!

In de 19e eeuw bleek ook electriciteit en magnetisme (modern: electromagnetische veld) te verklaren door differentiaalvergelijkingen!

# Conclusie

De infinitesimaalrekening heeft een nieuw wereldbeeld mogelijk gemaakt.

Het verschil tussen de hemel en de aarde viel weg.

Dit nieuwe wereldbeeld bepaalt ook het denkkader van de geesteswetenschappen, b.v. via fundamentele begrippen zoals ruimte, tijd, licht, electriciteit, enz.

En het leidt tot filosofische en theologische discussies over vragen als: waarom werkt de natuur via wiskundige wetten, waarom werkt God via differentiaalvergelijkingen, enz.