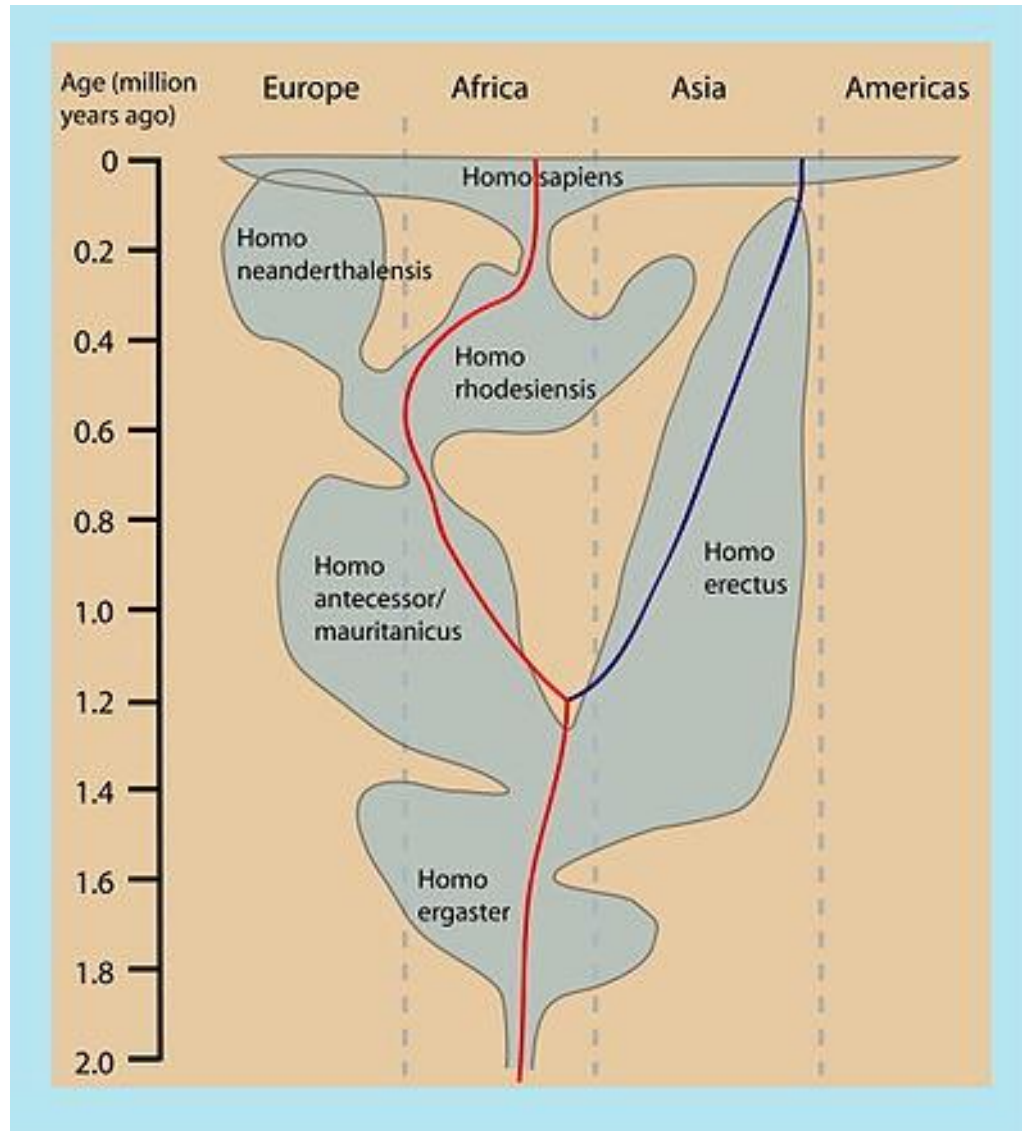


De unieke ontstaansgeschiedenis van de wetenschappelijke methode en haar baanbrekende wonderen

24 mei 2017

Rik Verhulst

Homo Sapiens



Yuval Harari *'Sapiens'*

- *hele geschiedenis*
- *nostalgisch*
- *cultuurkritisch*

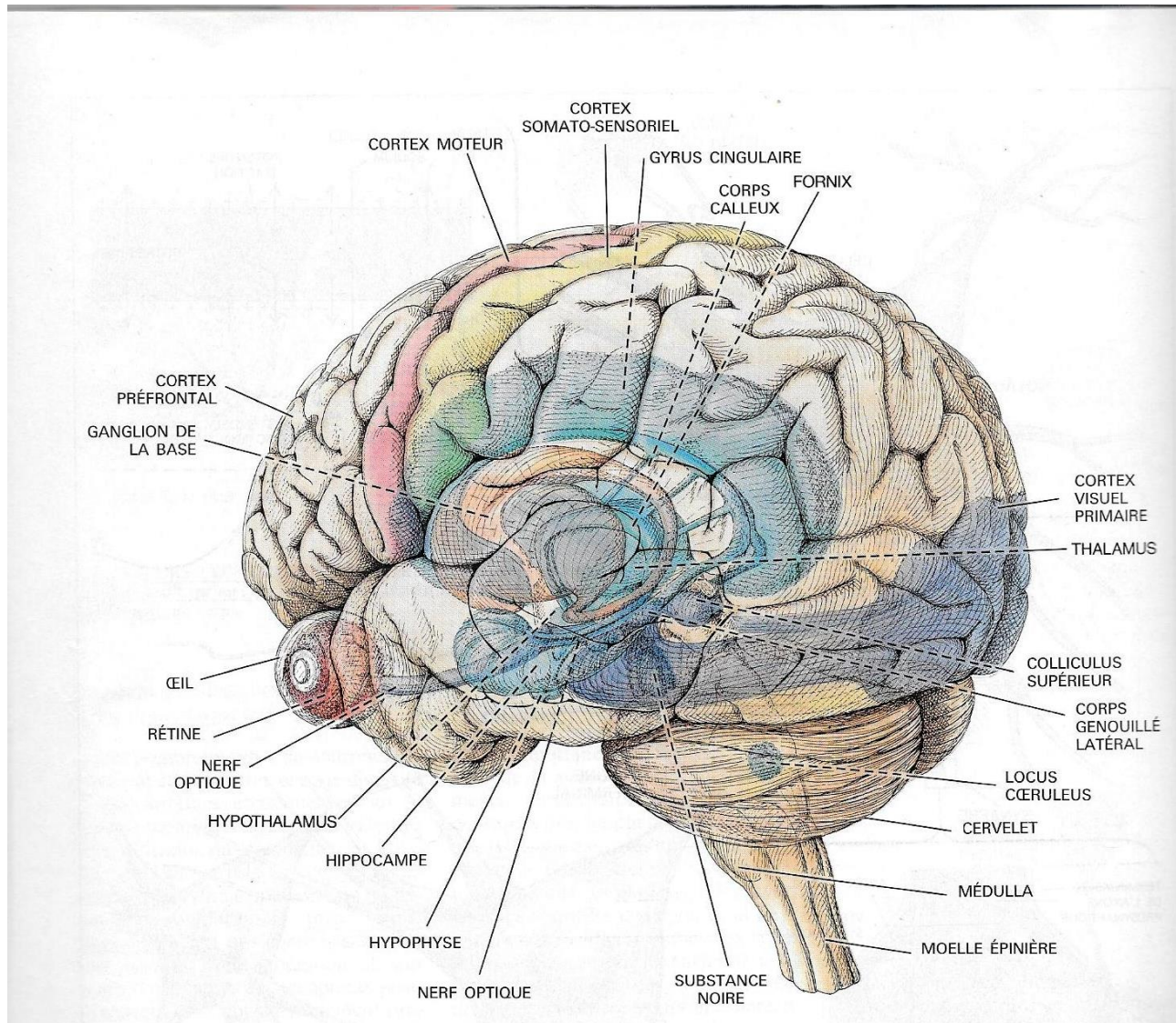
Niall Ferguson *'Beschaving'*

- *vanaf 16^{de} eeuw*
- *gedetailleerd historisch*
- *perspectief van economische en politieke macht*



- vanaf de geboorte van de logos
- kritieke punten van ontwikkeling
- resulterend in de wetenschappelijke methode
- geen waardeoordelen

Structuur van de menselijke hersenen



Specifieke vermogens van de mens

- taal
- denken

synthese in wiskunde

Beschavingsgolven

- **Van nomadendom naar een agrarische cultuur**
- **Het opleven van de Griekse geest**
- **Wetenschap en industrialisatie**
- **Informatisering en automatisering**

Agrarische culturen

Activiteiten

- vee
- oogst
- tijdmeting
- irrigatie
- ruilhandel
- urbanisatie
- reisroutes

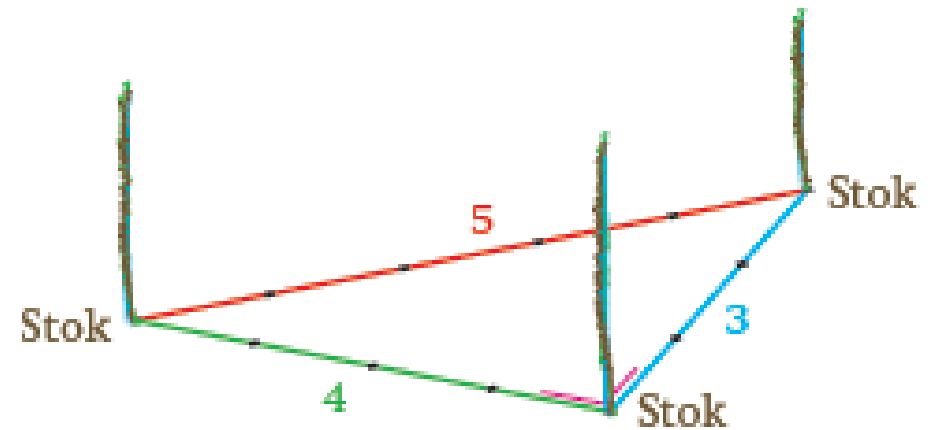
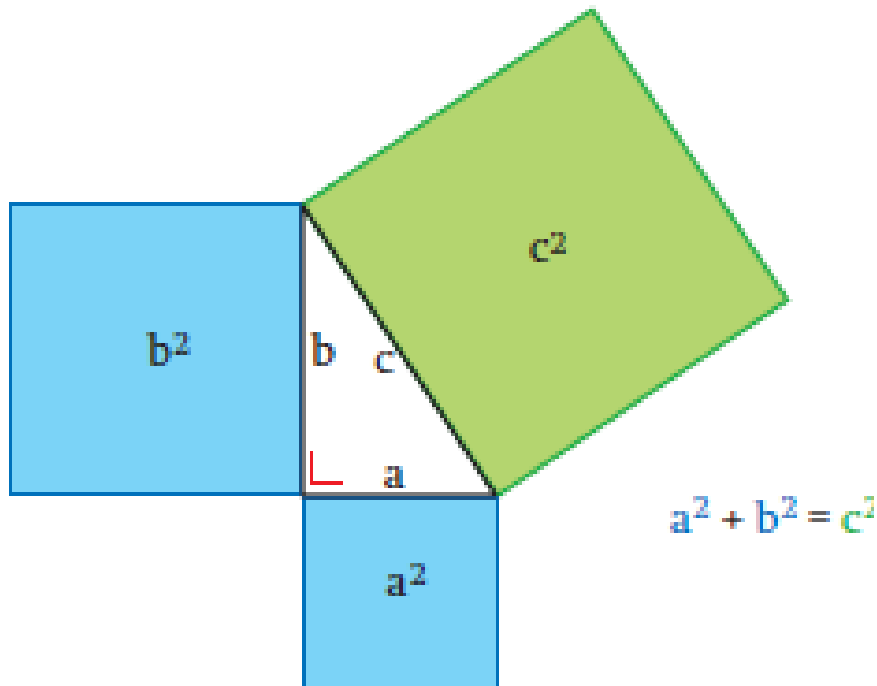
Wiskundige hulpmiddelen

- tellen
- rekenen
- astronomie
- meetkunde
- metriek stelsel, muntstelsel
- administratie, ordening
- navigatie, karavaanroutes

Antieke Beschavingen

- **Egypte**
- **Babylonië**
- **Indië**
- **China**
- **Inca's, Maya's, Azteken**

Egyptische landmeters



1 De geboorte van de rationaliteit

Griekenland

Omstandigheden:

- **geografie :** drie continenten
- **maatschappelijk:** polis en haar bestuursvormen
- **sociaal:** koopman-reiziger-geleerde
slavendom

Griekse stadstaten



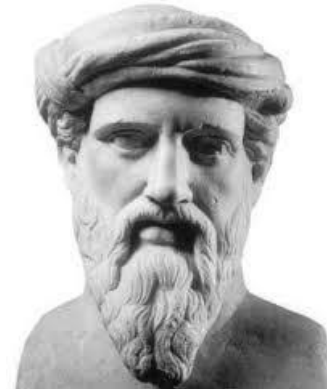
Prestaties

- dialectische filosofie (*Plato*)
- formele logica (*Aristoteles*)
- deductieve wiskunde (*Euclides*)

Voorsocratici

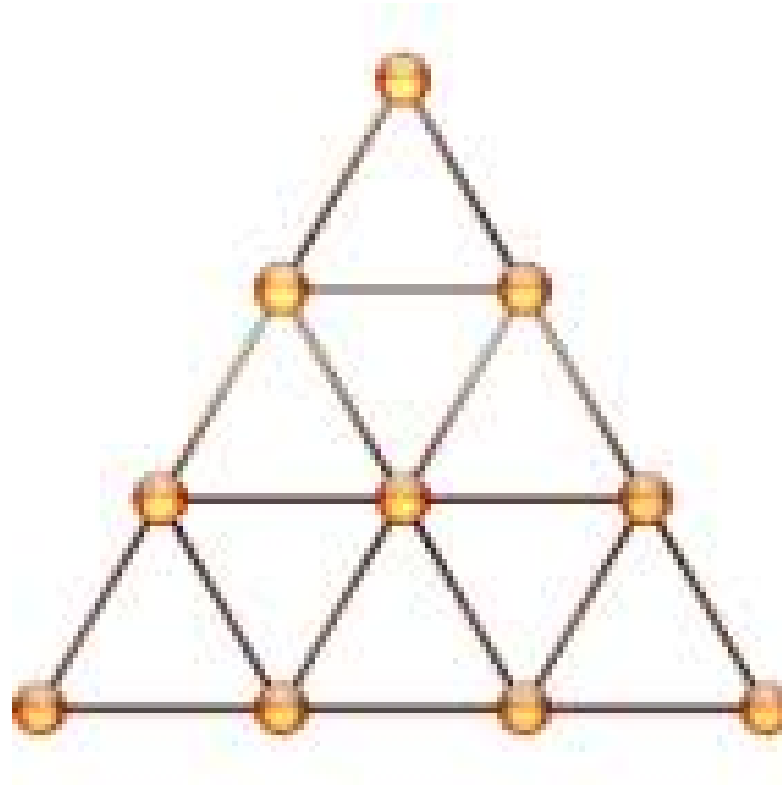
- Milesische natuurfilosofen
- Pythagoras
- Parmenides (*panta stei*)
- Heracleitos (*panta rhei*)
- Empedocles
- Atomisten (Democritos, Leuccipos)
- Sofisten (Protagoras, Giorgias)

Pythagoras (Croton, ca. 580-500 v.C.)



- ontdekking harmonische verhoudingen (**tetraktys**)
- getal basis van kosmos
- harmonie der sferen
- stelling van Pythagoras en irrationaliteitsprobleem

Tetraktys



Pythacora



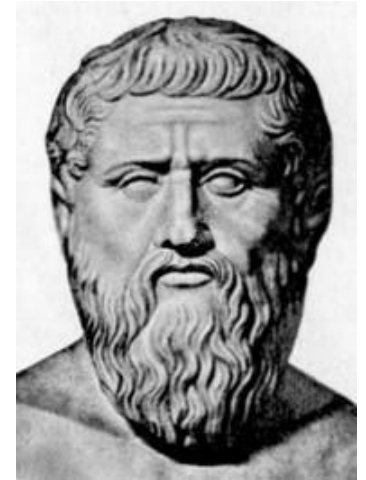
Monochord



Pythagoras



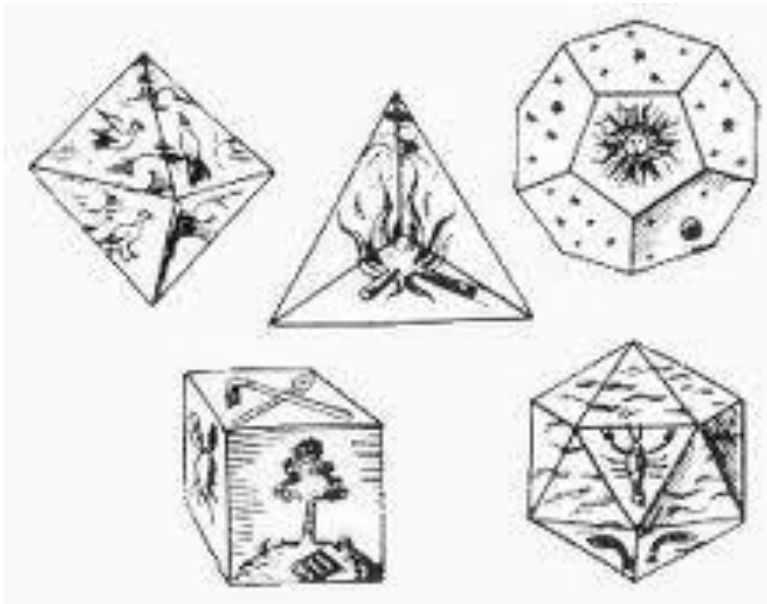
Plato (Athene, ca.428-347 v.C.)



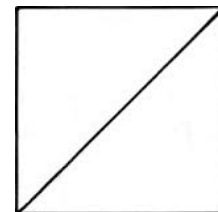
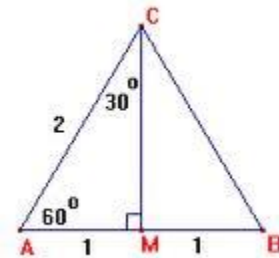
- Dialogen (socratische methode, alle thema's)
- Ideeënleer (dualisme) (een paard, het paard)
- Natuurfilosofie (Empedocles, atomisten, Pythagoras)
- Ethiek en Politiek Ideaal

Natuurfilosofie

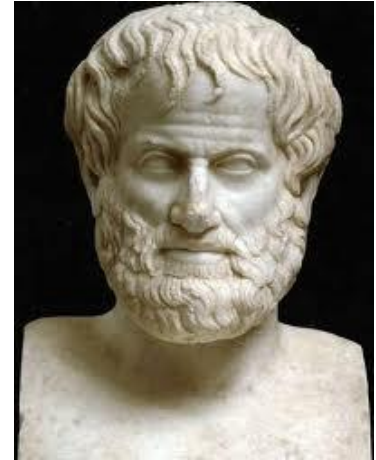
de Platonische lichamen
en
de elementen van Empedocles



de geometrische 'atomen'



Aristoteles (Athene 384-322 v.C.)



- Universalialia **in** res
- Logica (organon, syllogisme)
- Natuurfilosofie (materie en vorm, oorzaak en gevolg, teleologie)

Syllogisme

- alle mensen zijn sterfelijk (**major**)
- alle vrouwen zijn mensen (**minor**)
- alle vrouwen zijn sterfelijk (**conclusio**)

- alle **B** zijn **A**

$$B \subseteq A$$

- alle C zijn **B**

$$C \subseteq B$$

- alle C zijn **A**

$$C \subseteq A$$

Status van de wiskunde en de 'wetenschap'

- **Axiomatiek en deductie**
- **Euclides** (Alexandrië, ca. 300 v.C. , **De Elementen**)
- **Archimedes** (Syracuse, 287-212 v.C., **De methode**)
- **Ptolemaios** (Alexandrië, ca. 87,150 n.C. **Almagest**)

Stelling van de priemgetallen

2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, ...

‘Er bestaat geen grootste priemgetal’

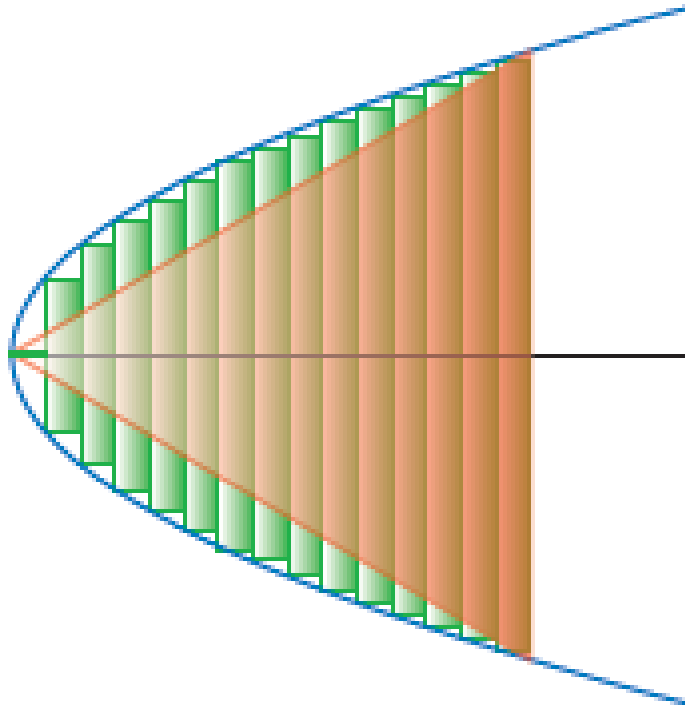
Bewijs:

$$a = p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdot p_4 \cdot \dots \cdot p_n + 1$$

$$a = 2 \cdot 3 \cdot 5 + 1 = 31$$

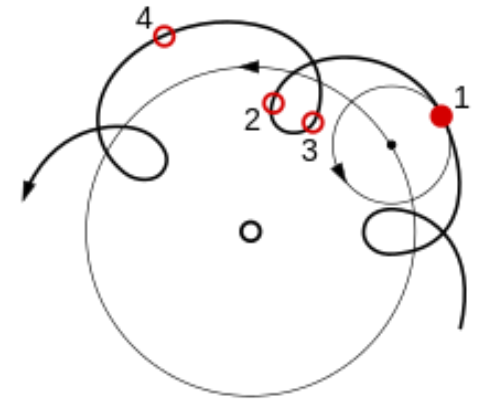
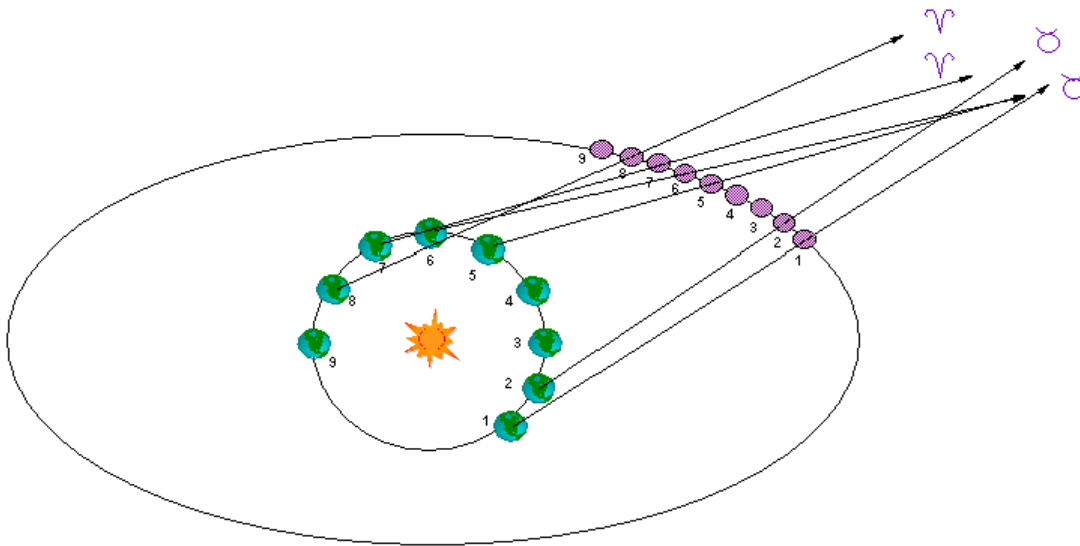
$$a = 2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 13 \cdot 17 + 1 = 510511 = 19 \cdot 97 \cdot 277$$

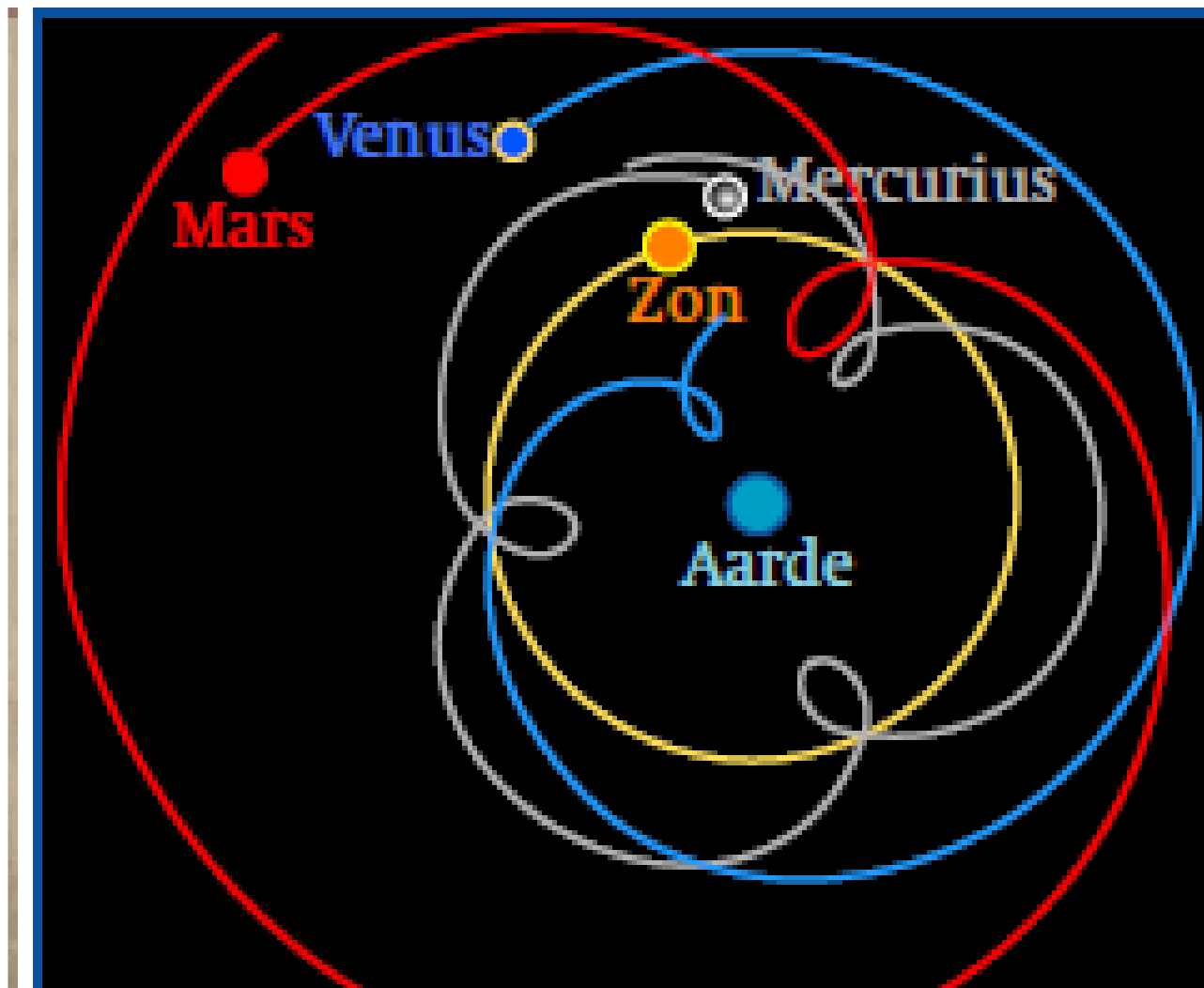
Archimedes gepuzzel



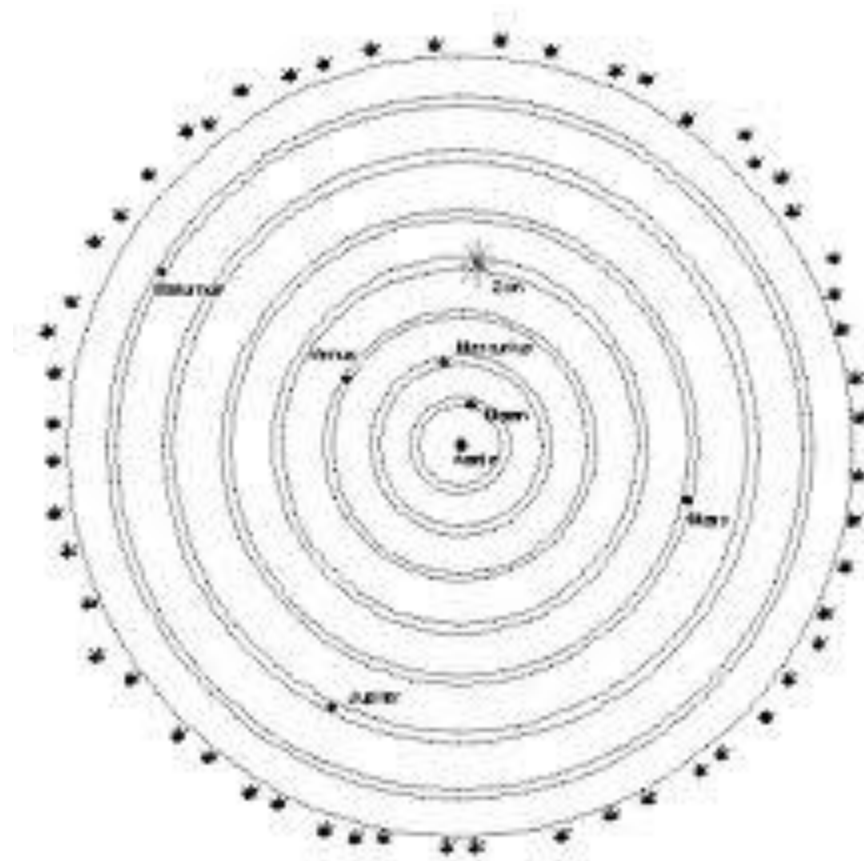
$$4 / 3$$

Epicykels van Hipparchos en Ptolemaios





Het grote thema van de muziek der sferen



De aarde met zeven omhullende sferen.

2 *Het levendig houden van de vlam*

Neoplatonisme (Plotinos 204-270)

Monotheïstische religies (Augustinus 354-430)
(Avicenna 980-1037)
(Averroës 1126-1198)
(<> Al-Ghazali 1058-1111)
(Thomas van Aquino 1225-1226)

Franciscanen tegen dominecanen
(Roger Bacon ca. 1214-1294)
(Duns Scotus ca. 1266-1308)
(William van Ockham ca. 1290-1319)

Strijd om de universalia

Realisten (algemene begrippen zijn werkelijk, individuele zijn schijn)

Plato (transcendentie) (ante res)

Aristoteles (immanentie) (in res)

Willem van Champeaux

Nominalisten (individuele dingen bestaan, algemene termen zijn namen)

Duns Scotus (quiditas en haecceitas)

Willem van Ockham (post res)

Roscellinus van Compiègne

Verzoenende pogingen

‘*ante*’ bij God

‘*in*’ in de geschapen dingen

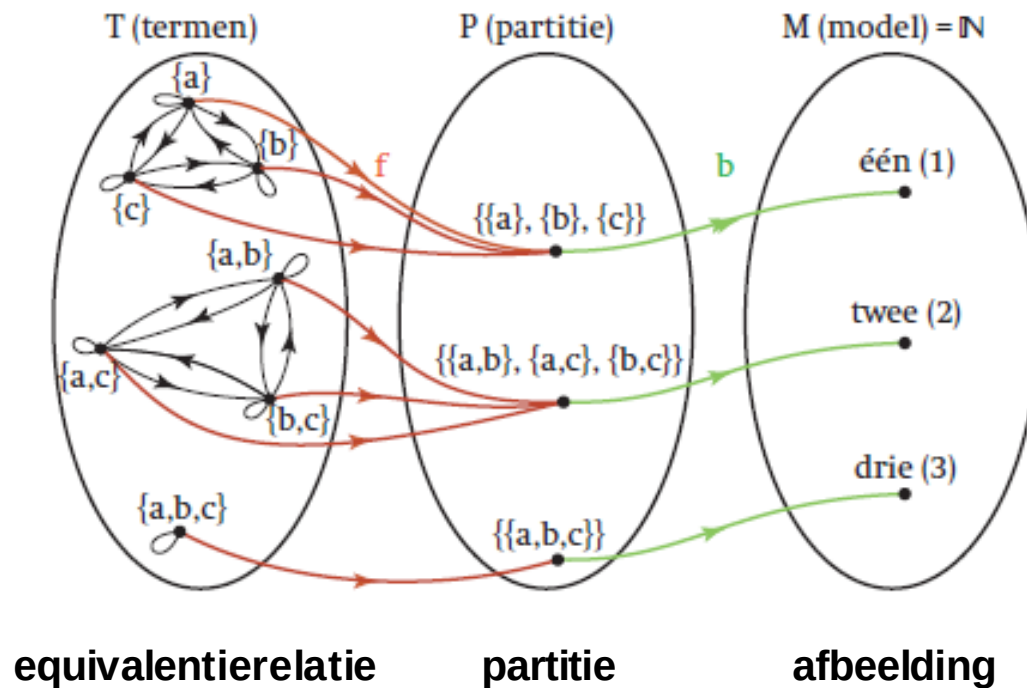
‘*post*’ bij de waarnemende mens

Averroës

Abélard

Wiskundige blik

$\{ \{a\}, \{b\}, \{c\}, \{a,b\}, \{a,c\}, \{b,c\}, \{a,b,c\} \}$



geen ontologische prioriteit

3 Het oplaaien van de vlam

Renaissance

- contacten tussen oost en west**
- humanisme, reformatie, laïcisering**
- uitvindingen en maatschappelijke veranderingen**

Wetenschappelijke revoluties

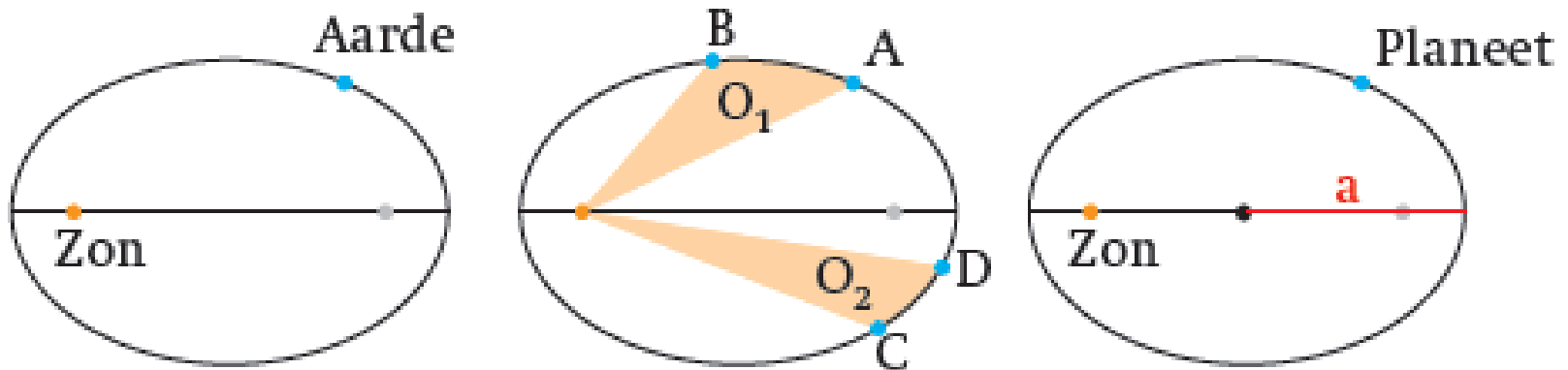
Zeventiende eeuw (Barok)

- **nieuwe wetenschappelijke methode (experiment en theorie)**
- **nieuw wereldbeeld (Copernicus, Kepler)**
- **mechanica en dynamica (Galilei, Newton)**
- **wiskundige vernieuwingen**

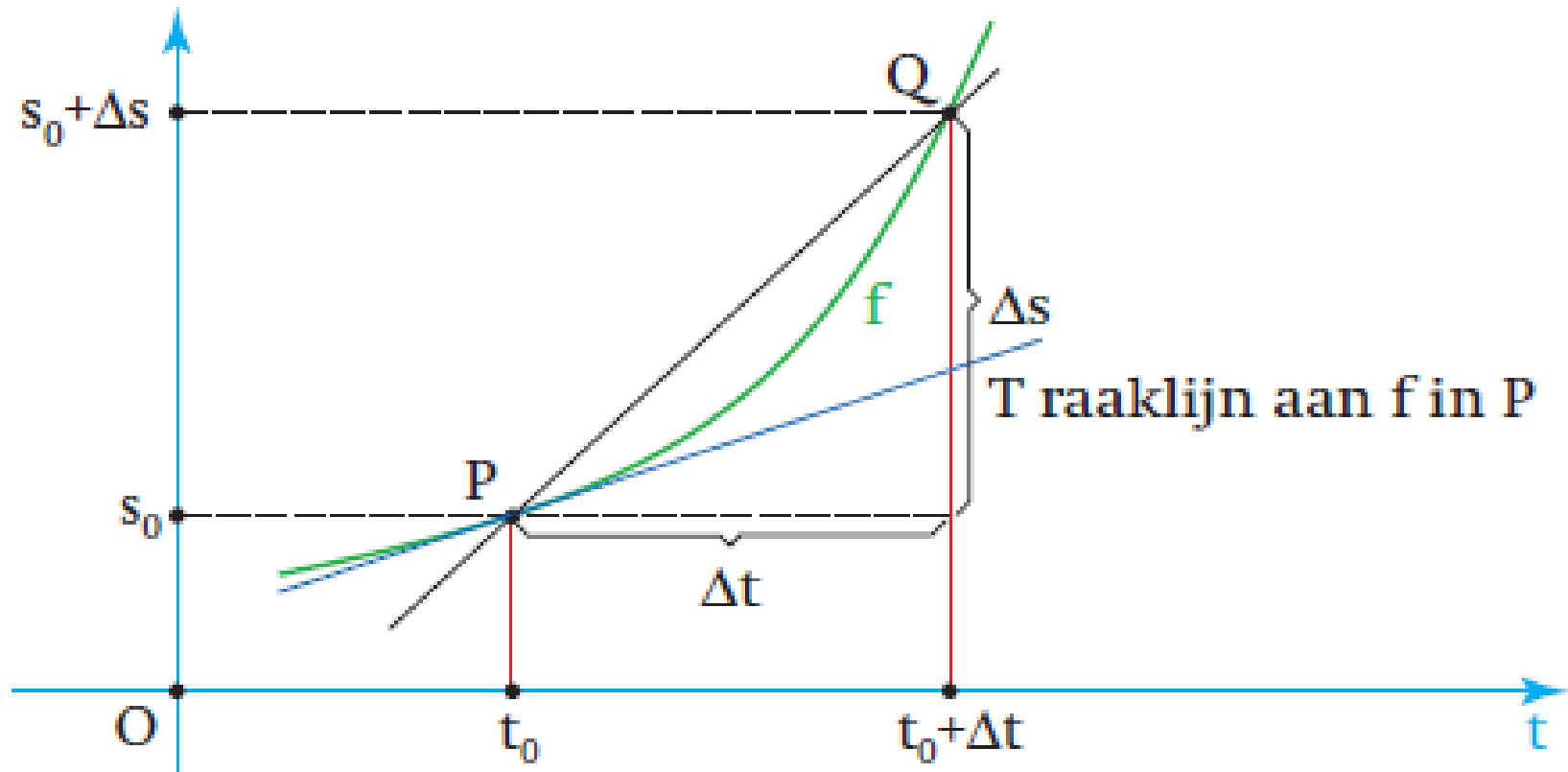
Opmerkelijke vernieuwingen in de wiskunde:

- decimale breuken (*Stevin*)
- logaritmen (*Napier, Briggs*)
- analytische meetkunde (*Descartes*)
- kanstheorie (*Pascal, Fermat*)
- projectieve meetkunde (perspectief) (*Desargues*)
- differentiaal- en integraalrekening (*Newton, Leibniz*)

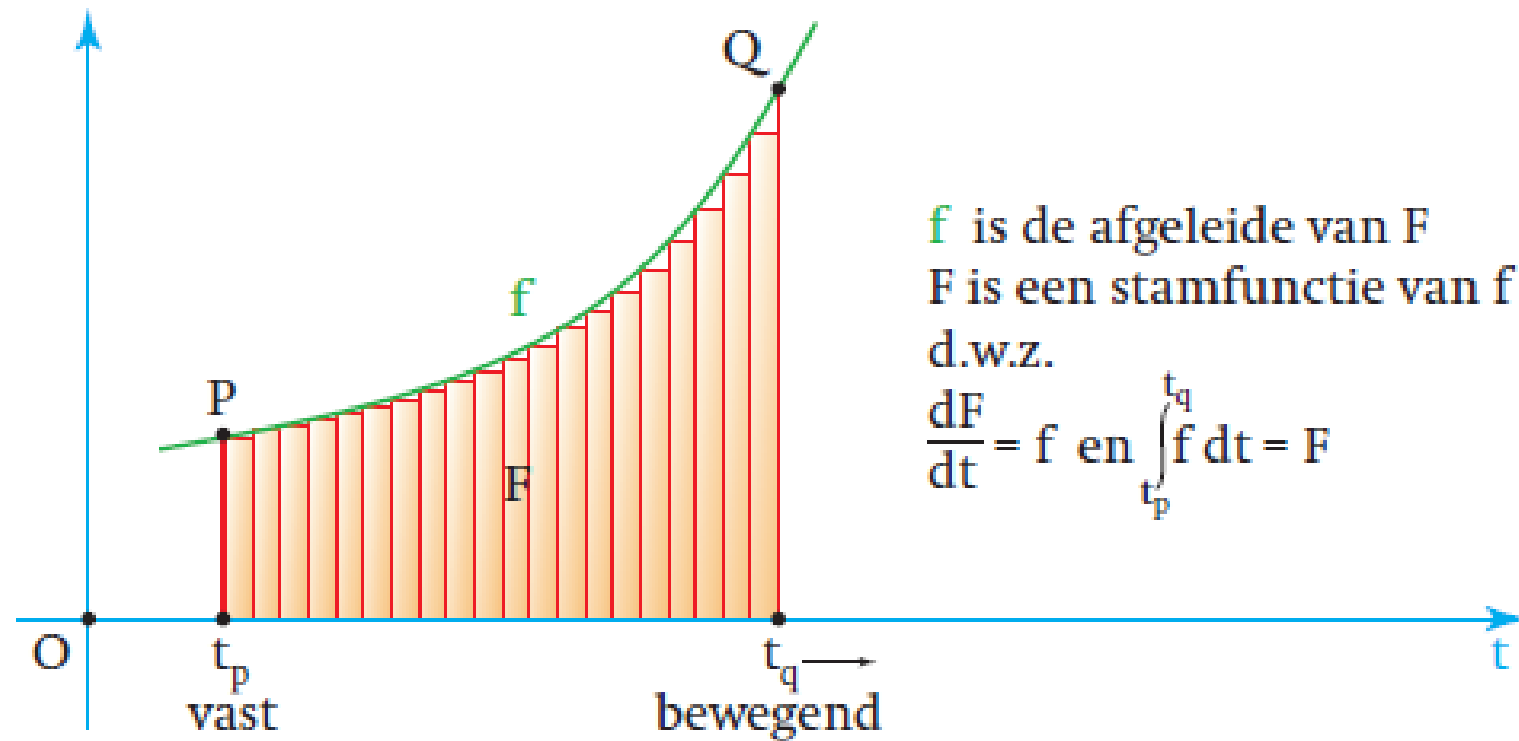
De wetten van Kepler



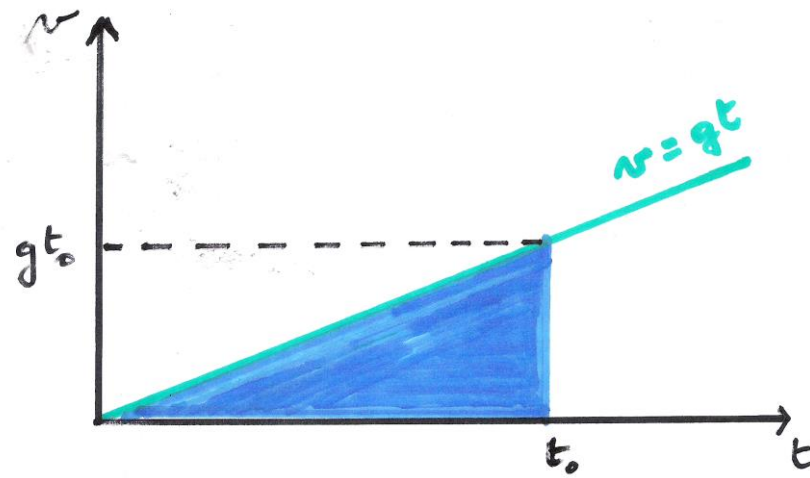
Differentiaalrekening



Integraalrekening



Experiment en theorie
Inductie en deductie
Werkelijkheid en denken

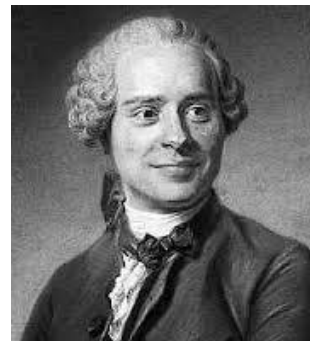


$$s = \frac{1}{2} t_0 \cdot gt_0 = \frac{1}{2} gt_0^2$$

4 *De zegetocht van de rede*

De achttiende eeuw (Verlichting)

- wetenschappelijke successen
- rationalisering van de maatschappij
- nieuwe 'philosophes' (*Encyclopedisten*)



5 De creatieve rede

De negentiende eeuw (Industriële tijdperk)

- Nieuwe natuurwetenschappen**
- Industriële toepassingen**
- Wiskunde gaat de abstracte toer op**
- Evolutietheorie (*Darwin*)**

Wiskundige innovaties

- **niet-euclidische meetkunde**
- **matrices en quaternionen**
- **fundering van de analyse (*reële getallen, limieten, reeksen*)**
- **verzamelingenleer (*kardinaalgetallen, ordinaalgetallen*)**
- **wiskundige logica (*Boole, Frege*)**

Binaire voegwoorden

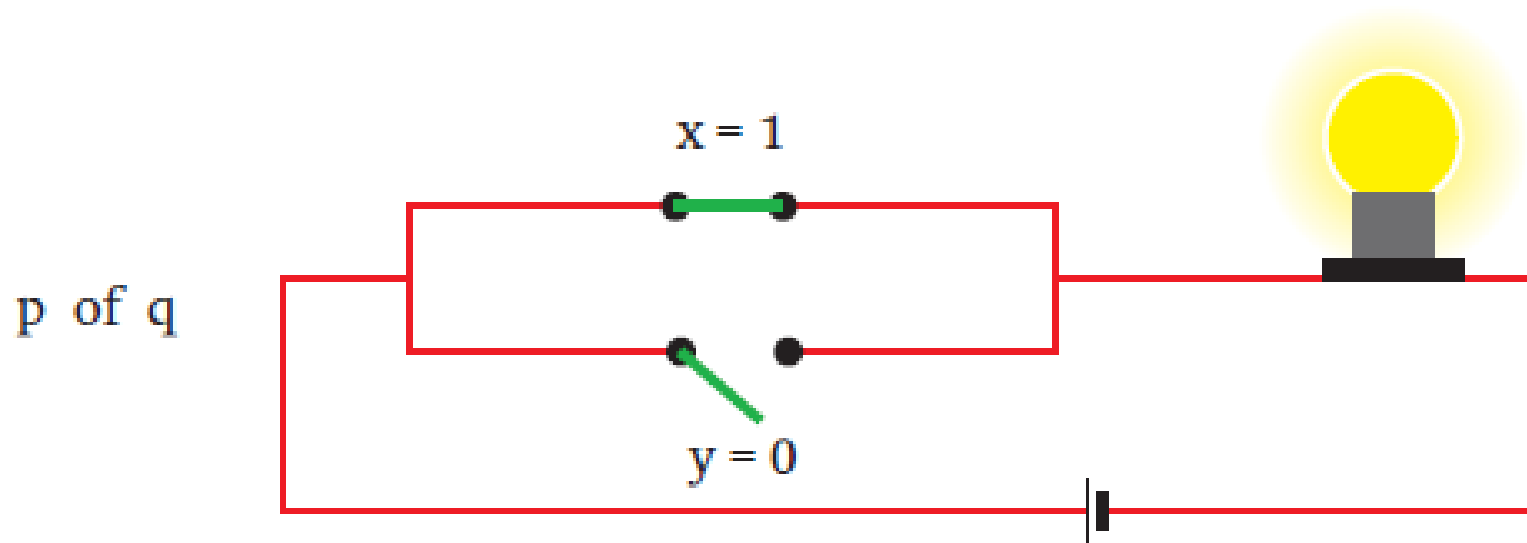
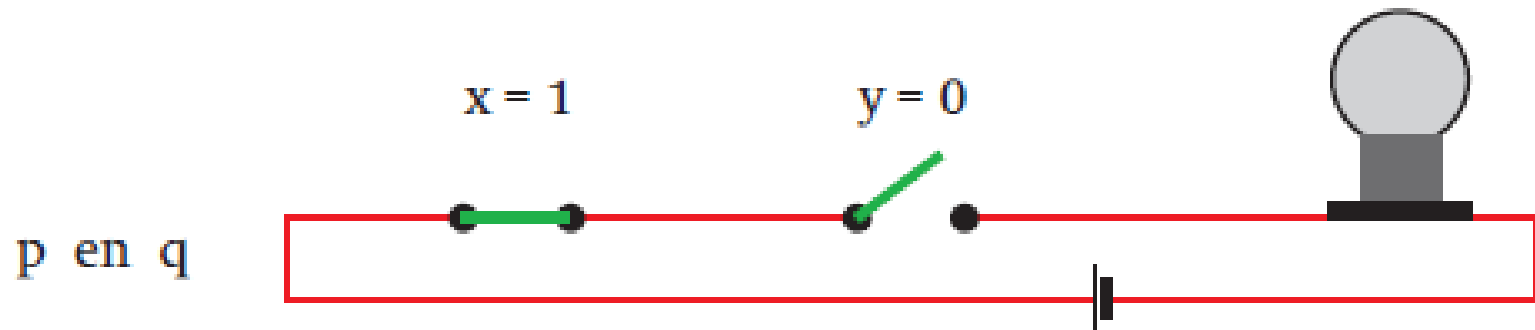
p	q	p <u>en</u> q	of korter
1	1	1	
1	0	0	
0	1	0	
0	0	0	

p	<u>en</u>	q
1	1	1
1	0	0
0	0	1
0	0	0

p	q	p of q	of korter
1	1	1	
1	0	1	
0	1	1	
0	0	0	

p	of	q
1	1	1
1	1	0
0	1	1
0	0	0

Elektrische schakelingen



Verwetenschappelijking van de filosofie

- **Positivisme (Comte)**
- **Utilitarisme (*Bentham, Mill, Spencer*)**
- **Pragmatisme en instrumentalisme (*Peirce, James, Dewey*)**

6 De controversiële twintigste eeuw

Wetenschappelijke revoluties

- speciale en algemene relativiteitstheorie (ruimte - tijd)
- kwantummechanica (golf – deeltje, onzekerheidsprincipe)
- kosmologie (Big – Bang)
- genbiologie (DNA)
- informatica (computer)
- fractalen en chaostheorie

Lichtsnelheid als bovengrens

$$(v+v')/(1+v \cdot v'/c^2).$$

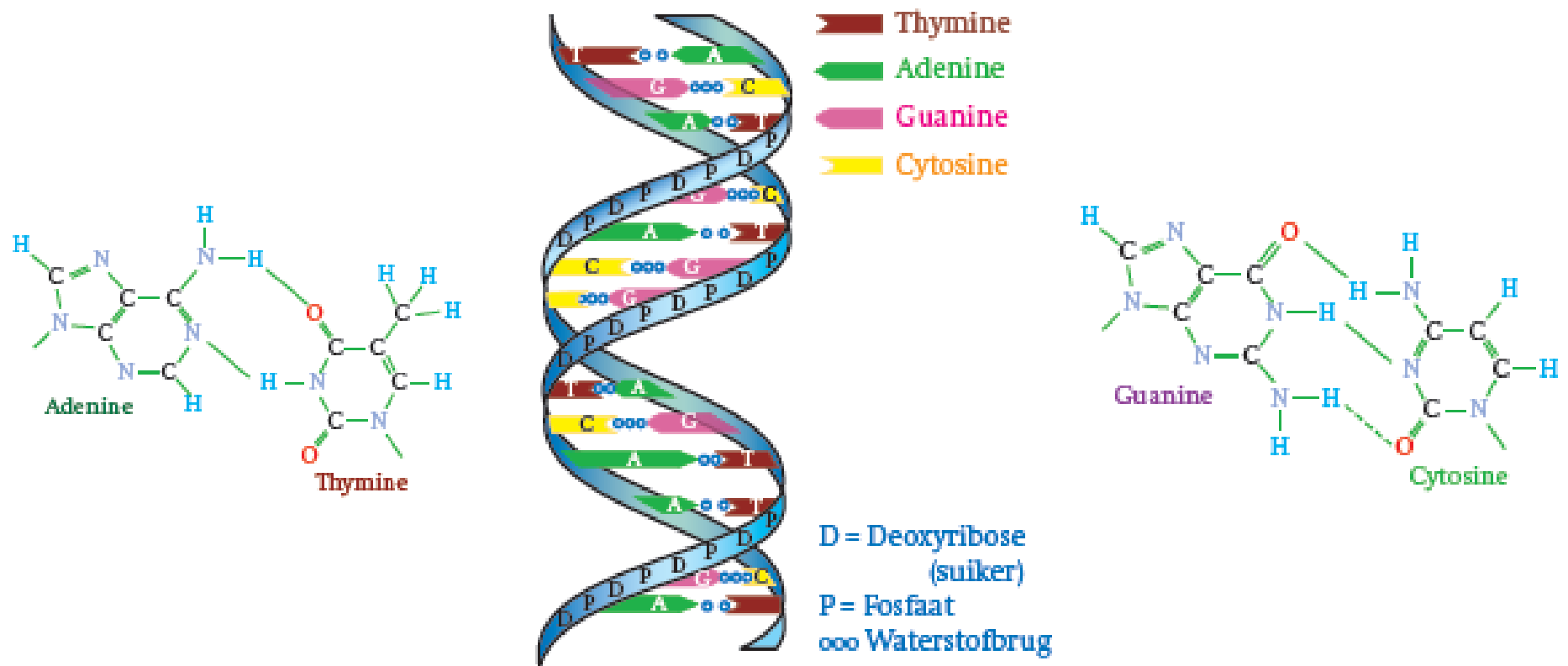
Neem bv. hierin $v' = c$ dan geeft dit

$$(v+c)/(1+v \cdot c/c^2) = (v+c)/(1+v/c) = (v+c)/((c+v)/c) = 1/(1/c) = c.$$

Zo ook als $v = v' = c$ dan geeft dit

$$(c+c)/(1+c \cdot c/c^2) = 2 \cdot c/(1+1) = 2 \cdot c/2 = c.$$

De symfonie van het leven

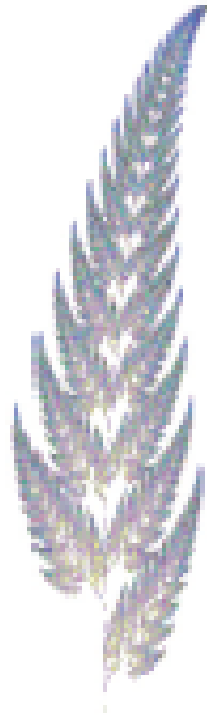


Fractalen

Simulatie



werkelijkheid



varen

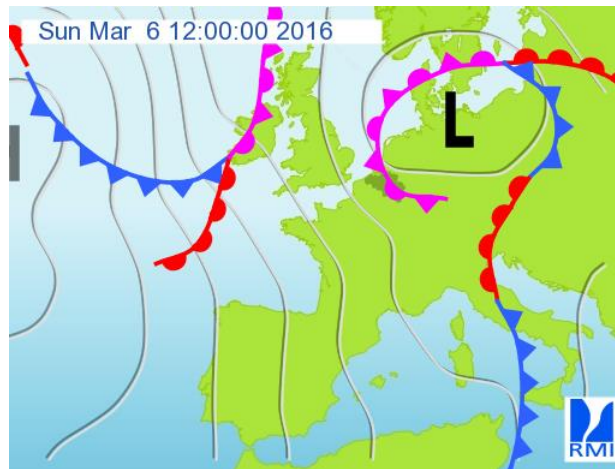


Chaostheorie

Weermodel

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -10x + 10y \\ \frac{dy}{dt} = 28x - y - xz \\ \frac{dz}{dt} = -\frac{8}{3}z + xy \end{cases}$$

Kaart



Attractor



Analytische filosofie en wetenschapsfilosofie

Wienerkreis : verificatieprincipe

Popper: falsificatieprincipe

Kuhn: paradigma's

Lakatos: researchprogramma's

Voortdurende innovaties

