

BEWEGING DER PLANETEN

Taak 1

Teken de banen van de aarde en mars om de zon in één figuur, uitgaande van hun elementen. (vind die van mars uit de almanak).

Schaal: 1 AE = 5 cm; precisie: 1 mm.

Taak 2

Zoek de laatste perihelium-doorgangen van de aarde en mars op in de almanak en vind daaruit hun posities in uw tekening voor vandaag.

In welk sterrebeeld staat mars? Is i zichtbaar? Hoe laat culmineert i?

Taak 3

Bepaal de datum van de mars-oppositie van dit jaar.

Taak 4

De komende decennia komt mars niet meer zo dichtbij als deze zomer. Er zijn dan ook drie ruimteschepen naar mars onderweg (van een vierde mislukte de lancering; zie Sky and Telescope mei-juni-juli 1971).

Wij zullen de 4.5 ton zware Russische "Mars 2" volgen. Deze vertrok op 19 mei 1971 met een snelheid van 33 km/sec t.o.v. de zon uit een parkeerbaan rond de aarde, tangentiëel aan de aardbaan. Vind zijn verdere baan door numerieke integratie van de wetten van Newton, met verwaarlozing van de planeten, en teken hem in uw figuur.

Kies als lengte-eenheid 1 AE, als massa-eenheid 1 gr., de tijdseenheid zó dat $GM_{\odot} = 1$, en neem integratie stappen van 0.3 tijdseenheid.

Taak 5

Kontroleer de wetten van Kepler aan deze baan. Bereken globaal in relatieve maat de hoeveelheid brandstof die de raket heeft verbruikt vanaf zijn lanceertoren en de hoeveelheden die nodig zijn om het zonnestelsel te verlaten en om de zon te raken.

Met welke baan bereik je mars met minimaal brandstofverbruik? Hoe lang doet de raket er dan over? Hoe vind je de juiste lanceerdatum? Hij heeft dan bij mars een snelheid van 21.5 km/sec t.o.v. de zon (hoe vind je die?). Wat voor snelheidsverandering is dan nodig om een zachte landing op mars uit te voeren?

$$e_{mars} = 0,093379$$

$$a = 1,523697$$

$$\Pi = 3,35,53769$$

$$i = 1,84986$$

$$\Omega = 49,33907$$

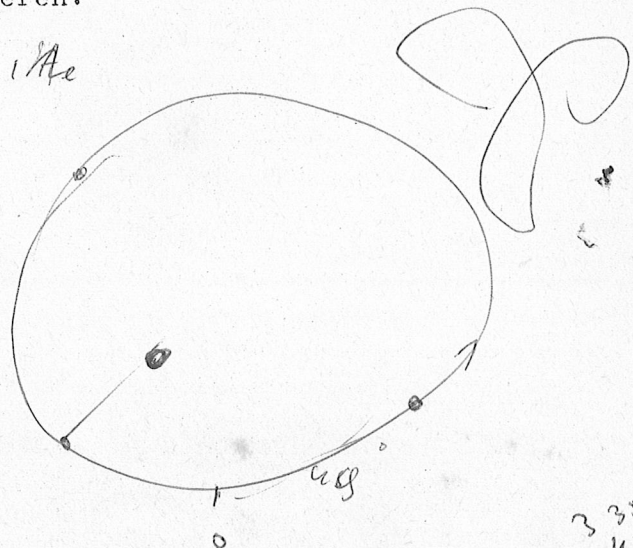
$$\omega_{loop} = 49$$

$$Sid. omk. tjd =$$

lengte
klim Wade
knoop = 49

24,5

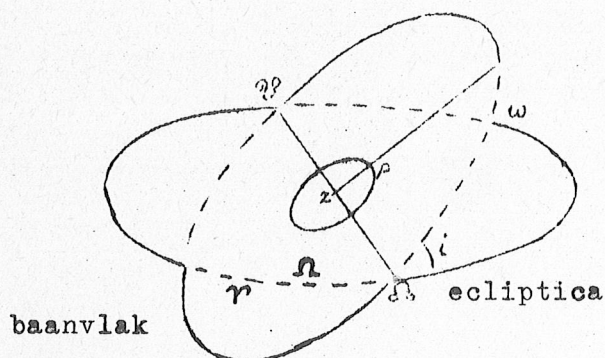
1 Ae



$$\begin{array}{r} 2695 \\ 1015 \\ \hline 3690 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 335,5 \\ 42,5 \\ \hline 378,0 \end{array}$$

Elementen van een planetenbaan.



Het baanvlak wordt gegeven door:

1. i = helling
2. Ω = afstand $\gamma \Omega$
= lengte van de stijgende knoop

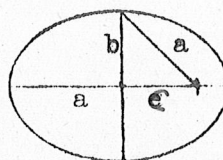
De baan wordt gegeven door:

3. a = halve lange as
4. e = excentriciteit
5. $\pi = \Omega + \omega$ = "lengte" van het perihelium

perihelium = punt dichtst bij de zon
aphelium = punt verst van de zon

γ = punt Aries of lentepunt

π wordt ook als $\bar{\omega}$ geschreven



$c = e \cdot a$
= afstand middelpunt tot brandpunt.

ware anomalie = hoek perihelium - zon - planeet gemeten in de omloopszin van de planeet

middelbare anomalie = dezelfde hoek indien de planeet overal in zijn baan dezelfde hoeksnelheid had.

middelpuntsvereffening = de correctie van middelbare naar ware anomalie. (ga na waar hij positief en waar negatief genomen moet worden).

middelbare anomalie	middelpuntsvereffening	
	aarde	mars
0°	0.0	0.0
10	0.3	2.1
20	0.7	4.1
30	1.0	5.9
40	1.2	7.5
50	1.5	8.8
60	1.7	9.8
70	1.8	10.4
80	1.9	10.7
90	1.9	10.6
100	1.9	10.2
110	1.8	9.6
120	1.6	8.7
130	1.4	7.6
140	1.2	6.3
150	0.9	4.8
160	0.6	3.3
170	0.3	1.7
180	0.0	0.0

Gegevens (Zie Allen, Astrophysical Quantities)

$$G = 6.673 \times 10^{-8} \text{ dyne cm}^2 \text{ g}^{-2} (= \text{cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ sec}^{-2})$$

$$1 \text{ AE} = 1.496 \times 10^8 \text{ km}$$

$$1 \text{ jaar} = 3.156 \times 10^7 \text{ sec.}$$

$$R_{\odot} = 6.96 \times 10^5 \text{ km}$$

$$M_{\odot} = 1.99 \times 10^{33} \text{ g}$$

$$R_{\oplus} = 6378 \text{ km (ekwator)}$$

$$M_{\oplus} = 5.977 \times 10^{27} \text{ g}$$

$$\text{Siderische rotatieduur } \Theta = 23^{\text{h}}56^{\text{m}}068$$

$$\text{Helling ekwator t.o.v. baanvlak } \Theta = 23^{\circ}27'$$

$$R_{\text{♁}} = 3380 \text{ km (ekwator)}$$

$$M_{\text{♁}} = 6.45 \times 10^{26} \text{ g}$$

$$\text{Siderische rotatieduur } \sigma = 24^{\text{h}}37^{\text{m}}38$$

$$\text{Helling ekwator t.o.v. baanvlak } \sigma = 25^{\circ}12'$$

Baanelementen Θ : (zie Allen, Astrophysical Quantities)

$$a = 1.0000 \text{ AE}$$

$$e = 0.01673$$

$$i = 0^{\circ}$$

$$\pi = 101^{\circ}33' \text{ links om}$$

Literatuur:

The Feynman Lectures deel I

Pecker: Experimental Astronomy

Berman: The physical principles of astronautics

Unsöld: Der neue Kosmos

$$(1 - e^2)^{1/2} = f_x$$

$$f(x) = 1 + \frac{x}{2} + \frac{x^2}{8}$$

$$e^2 a^2 + b^2 = a^2$$

$$b^2 = a^2(1 - e^2)$$

$$b = a \sqrt{(1 - e^2)}^{1/2}$$

$$d(1 + \frac{1}{2}e)$$