

20 In tabel 7.1 zie je dat voor  $r$  geldt:  $r = \sqrt{(x^2 + y^2)}$ .

a Leg uit dat dit de formule is om  $r$  te berekenen.

$$\text{Bij } F_{gy} \text{ staat: } F_{gy} = -F_g \cdot \frac{y}{r}.$$

b Leg uit dat dit de formule is om  $F_{gy}$  te berekenen.

c Open het model *satelliet\_rond\_de\_aarde* en bepaal met behulp van een diagram hoe groot de omlooptijd van de satelliet is.

Bij de startwaarde  $v_x = 6,3 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$  is de baan van deze satelliet cirkelvormig.

De satelliet wordt vervangen door een satelliet met een twee keer zo grote massa.

d Leg uit hoe de baan van de satelliet er dan uitziet. Ga hierbij in op de vorm en de baansnelheid.

e Onderzoek met het model of je antwoord op vraag d juist is.

Als de snelheid van de satelliet groter is dan  $6,3 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$  wordt de baan ellipsvormig.

Vanaf een bepaalde snelheid komt de satelliet zelfs buiten de invloed van de gravitatiekracht van de aarde.

f Onderzoek vanaf welke snelheid dat het geval is. Geef je antwoord in één significant cijfer.

## 7.4 Model van de beweging van planeten en satellieten

### Opgave 20

a De formule leg je uit door in figuur 7.18 de stelling van Pythagoras te gebruiken.

Het model van de satelliet is gebaseerd op figuur 7.18 van het leerboek. Volgens de stelling van Pythagoras geldt  $r^2 = x^2 + y^2$ .

$$\text{Hieruit volgt } r = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

b De formule leg je uit door in figuur 7.18 de verhouding tussen  $F_{gy}$  en  $F_g$  af te leiden. Hou hierbij rekening met de richting van een kracht.

Uit figuur 7.18 van het leerboek leid je af dat:

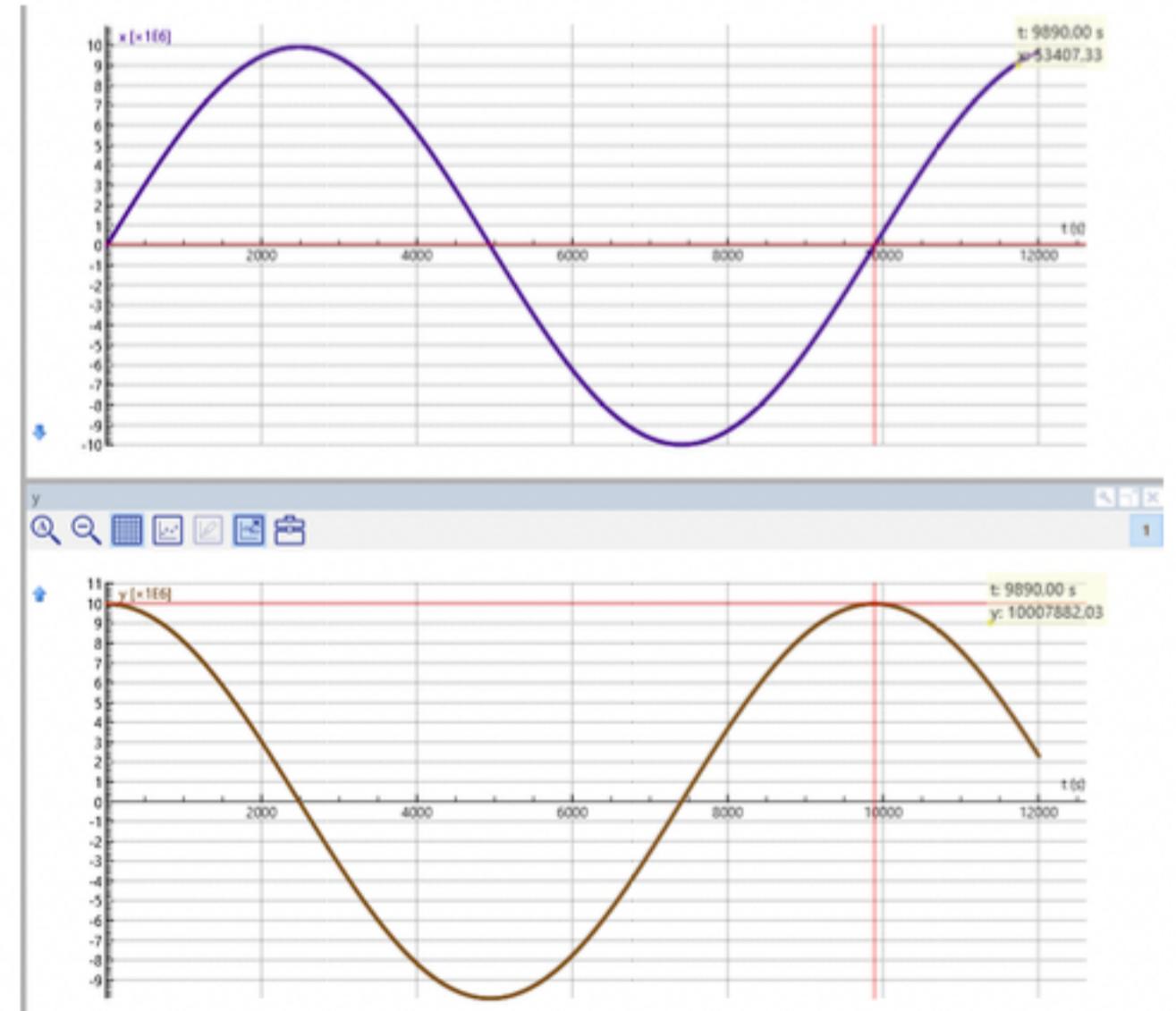
$$\frac{-F_{gy}}{F_g} = \frac{y}{r}$$

$$\text{Dus } F_{gy} = -F_g \cdot \frac{y}{r}$$

Het minteken geeft aan dat  $F_{gy}$  naar beneden is gericht.

c De omlooptijd van de satelliet lees je af in een  $(x,t)$ -diagram of een  $(y,t)$ -diagram. Gebruik 'uitezen' om de tijd nauwkeurig te bepalen.

Zie figuur 7.5.



Figuur 7.5

Coach geeft aan dat de tijd na een rondje gelijk is aan  $9890 \text{ s} = 9,980 \cdot 10^3 \text{ s}$ . Afgerond:  $9,9 \cdot 10^3 \text{ s}$ .

d De middelpuntzoekende kracht die op de satelliet werkt, wordt hier geleverd door de gravitatiekracht.

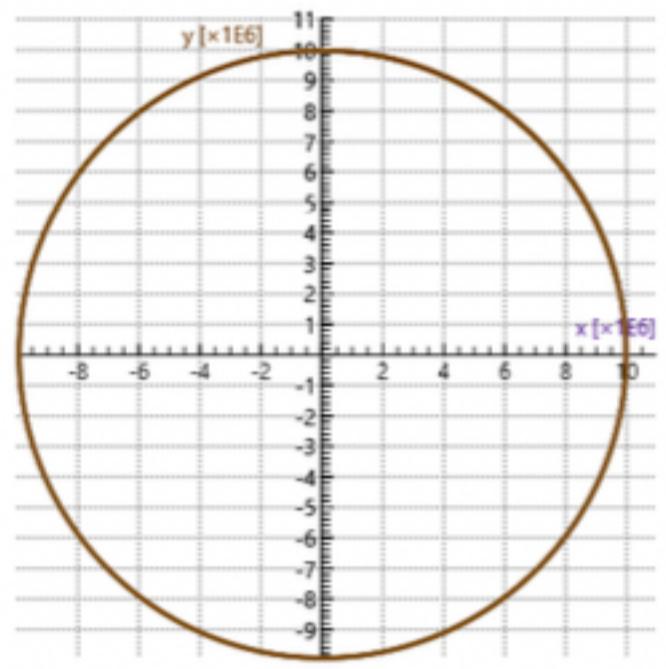
$$\text{Hieruit leid je af: } v = \sqrt{G \cdot \frac{M_{aarde}}{r}}. \text{ Zie antwoord opgave 17b.}$$

e De snelheid van de satelliet is dus niet afhankelijk van zijn massa. Bij een twee keer zo zware satelliet zullen dus ook de omlooptijd en de vorm van de cirkelbaan niet veranderen.

f De baan van de satelliet beoordeel je aan de hand van een  $(x,y)$ -diagram. Klik bij diagrameigenschappen gelijke asverhouding aan.

Bij een massa van  $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$  ontstaat figuur 7.6.

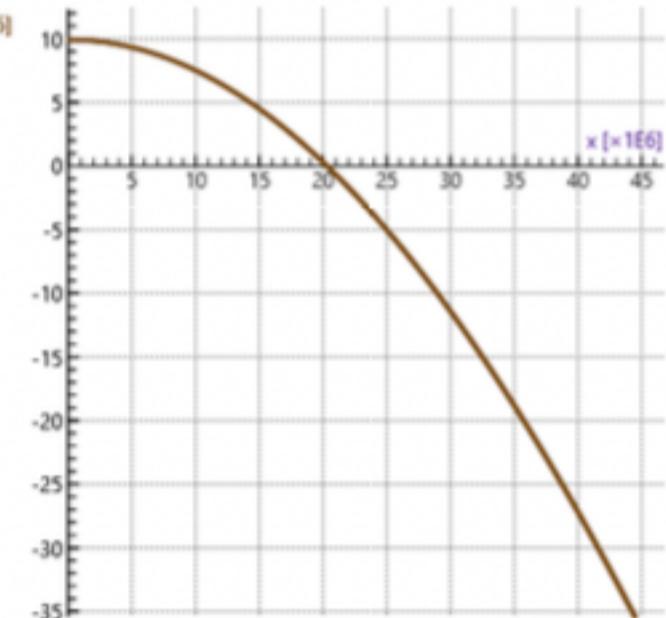
Verander je in het model de massa van de satelliet in  $2,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$  en laat je het programma vervolgens opnieuw lopen, dan zie je dat de nieuwe baan precies over de oude heen valt.



Figuur 7.6

f Verander in het model de snelheid  $v_x$  van de satelliet in stappen van  $1 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$ . Bij een waarde van  $9 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}$  komt de satelliet buiten de invloed van de aarde. De baan van de satelliet wordt een rechte lijn.

Zie figuur 7.7.



Figuur 7.7