

Opgave 22

a De eenheid van f leid je af met de eenheden van de andere grootheden in de formule.

$$[F] = [f] \cdot \frac{[Q][q]}{[r]^2}$$

$$[F] = N$$

$$[Q] = C$$

$$[q] = C$$

$$[r] = m$$

$$N = [f] \cdot \frac{C^2}{m^2}$$

$$[f] = N \cdot m^2 \cdot C^{-2}$$

- 22 In een vereenvoudigd model van een waterstofatoom is de beweging van een elektron om de kern een eenparige cirkelbeweging. De middelpuntzoekende kracht wordt geleverd door de coulombkracht F_c . Dit is de aantrekkende kracht tussen twee geladen deeltjes waarvoor geldt:

$$F_c = f \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2}$$

- f is een constante ($9,0 \cdot 10^9$).
- Q is de lading van het proton in coulomb ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C).
- q is de lading van het elektron in coulomb ($1,6 \cdot 10^{-19}$ C).
- r is de afstand tussen de twee ladingen in meters ($5,3 \cdot 10^{-11}$ m).

- a Leid de eenheid van de constante f af.
- b Laat zien dat de omlooptijd van een elektron om de kern gelijk is aan $1,5 \cdot 10^{-16}$ s.

De formule voor de coulombkracht is vergelijkbaar met de formule voor de gravitatiekracht.

Het model voor de beweging van een elektron om de kern van een waterstofatoom leid je af uit het model *satelliet_rond_de_aarde*. In het model *waterstofatoom* zie je daarom het model van de gravitatiekracht.

- c Open het model *waterstofatoom* en pas het model aan.
d Onderzoek bij welke snelheid het elektron een cirkelvormige baan uitvoert.

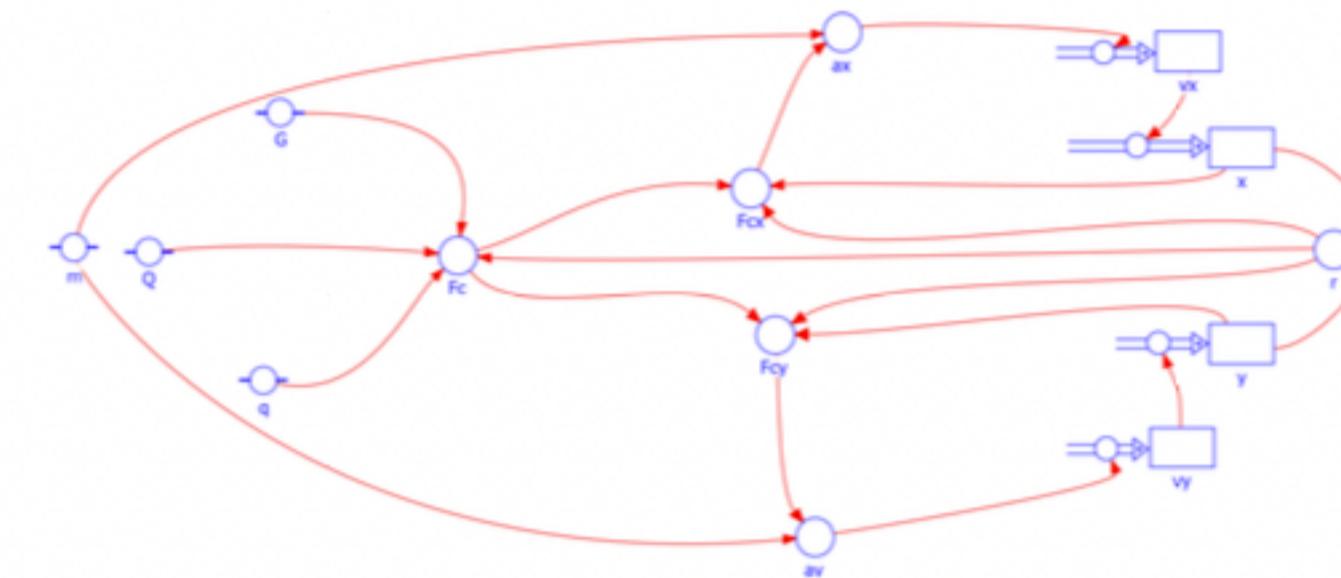
- b De omlooptijd van een elektron rond de kern bereken je met de formule voor de baansnelheid. De baansnelheid bereken je met de formule voor de middelpuntzoekende kracht en de formule voor de coulombkracht.

$$\begin{aligned} F_{mpz} &= F_c \\ \frac{m \cdot v^2}{r} &= f \cdot \frac{Q \cdot q}{r^2} \\ m &= 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ r &= 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m} \\ f &= 9,0 \cdot 10^9 \\ Q = q &= 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \\ \frac{9,10 \cdot 10^{-31} \cdot v^2}{5,3 \cdot 10^{-11}} &= 9,0 \cdot 10^9 \cdot \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{(5,3 \cdot 10^{-11})^2} \\ v &= 2,186 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v &= \frac{2\pi r}{T} \\ 2,186 \cdot 10^6 &= \frac{2\pi \times 5,3 \cdot 10^{-11}}{T} \\ T &= 1,52 \cdot 10^{-16} \text{ s} \\ \text{Afgerond: } &1,5 \cdot 10^{-16} \text{ s} \end{aligned}$$

- c Welke symbolen je in het model moet aanpassen, zie je als je de formules voor de gravitatiekracht en de coulombkracht met elkaar vergelijkt. De formules voor de versnelling a_x en a_y pas je aan nadat je een constante m en relatiewijzen hebt toegevoegd aan het model.

Zie figuur 7.9.



Figuur 7.9

$G = f$ met de waarde $9 \cdot 10^9$
 $Mzon = Q$ met waarde $1,6 \cdot 10^{-19}$
 $Maarde = q$ met waarde $1,6 \cdot 10^{-19}$
De erbij behorende formule voor F_c past zich daarop aan.

Voor de versnelling geldt $a = F_c/m$. Daarom is het model aangepast door:

- de relatiewijzen van Q naar a_x en a_y te verwijderen,
- de constante m met waarde $9,1 \cdot 10^{-31}$ toe te voegen met relatiewijzen naar a_x en a_y ,
- de formules voor a_x en a_y aan te passen.

De afstand tussen de ladingen is op $t = 0$ s de waarde voor y .
 $y = 5,3 \cdot 10^{-11}$

- d Om het onderzoek naar de snelheid te kunnen uitvoeren pas je de instellingen van de tijd aan. Maak daarbij gebruik van de omlooptijd en het 10^6 deel van de omlooptijd.

Bij een waarde voor de beginsnelheid v_x van $2,2 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$ is de baan (vrijwel) cirkelvormig.