

- 21 Bij twee-atomige moleculen trillen de atomen langs de verbindingsslijn. De frequentie hangt af van de bindingskracht tussen de twee atomen en van de massa's van de twee atomen. Als de massa van het ene atoom klein is vergeleken met de massa van het andere atoom, dan mag je aannemen dat het zware atoom stilstaat en alleen het lichte atoom trilt.

In tabel 9.3 staan gegevens van vier moleculen.

Molecuul	Trillingsfrequentie f (10^{14} Hz)	Krachtconstante C (10^2 N m $^{-1}$)
HF	1,24	9,7
HCl	0,897	5,2
HBr	0,795	4,1
HI	0,693	3,1

Tabel 9.3

Uit de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem volgt: $f^2 = \left(\frac{1}{4\pi^2 m}\right) \cdot C$. Hierin is m de massa van het trillende waterstofatoom.

- a Leid dit verband af uit de formule voor de trillingstijd.

In de tabel zijn vier waterstofverbindingen genoemd. Je ziet dat de trillingsfrequentie f en de krachtconstante C niet recht evenredig met elkaar zijn.

- b Zet de grootheden f en C zo tegen elkaar uit dat de grafiek een rechte lijn is.
c Bepaal grafisch de massa van het waterstofatoom.

Opgave 21

- a Het verband leid je af met de formule voor de frequentie en de formule voor de trillingstijd van een massa-veersysteem.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{C}}$$

Na kwadrateren van linker- en rechterterm ontstaat $T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{C} = \frac{4\pi^2 m}{C}$.

Neem je van de linker- en rechterterm het omgekeerde, dan ontstaat $\frac{1}{T^2} = \frac{C}{4\pi^2 m} = \frac{1}{4\pi^2 m} \cdot C$.

Omdat $f = \frac{1}{T}$ mag je $\frac{1}{T^2}$ vervangen door f^2 .

Dus $f^2 = \frac{1}{4\pi^2 m} \cdot C$.

- b Voor een recht evenredig verband geldt $y = a \cdot x$.

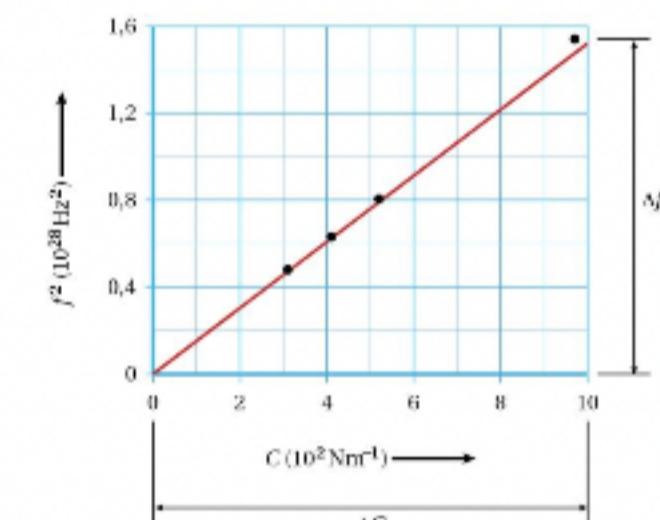
Vergelijk je dit met $f^2 = \frac{1}{4\pi^2 m} \cdot C$, dan zijn f^2 en C recht evenredig met elkaar.

Je breidt dus tabel 9.3 van het boek uit met een kolom voor f^2 . Zie tabel 9.1.

Molecuul	Trillingsfrequentie f (10^{14} Hz)	Krachtconstante C (10^2 N m $^{-1}$)	f^2 (10^{28} Hz 2)
HF	1,24	9,7	1,54
HCl	0,897	5,2	0,805
HBr	0,795	4,1	0,632
HI	0,693	3,1	0,480

Tabel 9.1

Zet je f^2 uit tegen C , dan ontstaat figuur 9.12.



Figuur 9.12

- c De massa van het waterstofatoom bepaal je met de steilheid van de grafieklijn.

De formule $f^2 = \frac{1}{4\pi^2 m} C$ voorspelt een rechte lijn met steilheid $\frac{1}{4\pi^2 m}$.

De steilheid van de grafieklijn is $\frac{\Delta f^2}{\Delta C} = \frac{1,52 \cdot 10^{28}}{10,0 \cdot 10^2} = 1,52 \cdot 10^{25} \text{ kg}^{-1}$.

Hieruit volgt $m = \frac{1}{4\pi^2 \cdot 1,52 \cdot 10^{25}} = 1,666 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

$m = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Afgerond: $m = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.