

16 De trillingsenergie van een HCl-molecuul bedraagt bij kamertemperatuur $5,95 \cdot 10^{-20}$ J. Deze trillingsenergie komt vrijwel geheel voor rekening van het waterstofatoom, het aandeel van het chlooratoom is verwaarloosbaar. Bij de kracht tussen het waterstofatoom en het chlooratoom hoort een krachtconstante van $5,2 \cdot 10^2$ N m⁻¹.

- a Toon aan dat de amplitude waarmee het waterstofatoom trilt, gelijk is aan $1,5 \cdot 10^{-11}$ m.

De massa van een waterstofatoom is $1,7 \cdot 10^{-27}$ kg.

- b Bereken de snelheid waarmee het waterstofatoom de evenwichtsstand passeert.

De gemiddelde afstand tussen de kernen van twee atomen heet de bindingslengte. In tabel 53A van BINAS staat de bindingslengte van een aantal moleculen.

- c Bepaal voor het HCl-molecuul hoe groot de maximale verandering van de bindingslengte is, uitgedrukt in procenten.

Opgave 16

- a De amplitude waarmee het waterstofatoom trilt, bereken je met de formule voor de trillingsenergie in het omkeerpunt.

$$\begin{aligned}E_{\text{tril}} &= \frac{1}{2} C \cdot A^2 \\E_{\text{tril}} &= 5,95 \cdot 10^{-20} \text{ J} \\C &= 5,2 \cdot 10^2 \text{ N m}^{-1} \\5,95 \cdot 10^{-20} &= \frac{1}{2} \times 5,2 \cdot 10^2 \times A^2 \\A &= 1,51 \cdot 10^{-11} \text{ m} \\&\text{Afgerond: } A = 1,5 \cdot 10^{-11} \text{ m.}\end{aligned}$$

- b De snelheid waarmee het waterstofatoom de evenwichtsstand passeert, bereken je met de formule voor de trillingsenergie in de evenwichtsstand.

$$\begin{aligned}E_{\text{tril}} &= \frac{1}{2} m \cdot v_{\text{max}}^2 \\E_{\text{tril}} &= 5,95 \cdot 10^{-20} \text{ J} \\m &= 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\v_{\text{max}} &= 8,366 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1} \\&\text{Afgerond: } v_{\text{max}} = 8,4 \cdot 10^3 \text{ m s}^{-1}.\end{aligned}$$

- c De maximale verandering in procenten bereken je met de verhouding tussen de amplitude en de bindingslengte.

De bindingslengte tussen H en Cl is $127 \cdot 10^{-12}$ m. (zie BINAS tabel 53A)
De amplitude van deze trilling $1,5 \cdot 10^{-11}$ m.

$$\begin{aligned}\text{De verandering is dus maximaal } &\frac{1,5 \cdot 10^{-11}}{127 \cdot 10^{-12}} \cdot 100\% = 11,81\%. \\&\text{Afgerond: } 12\%.\end{aligned}$$