

- 19 Bij een quantumdeeltje in een ééndimensionale energieput hoort een staande golf.  
In een put met lengte  $L$  zijn alleen golven mogelijk waarvan de golflengte voldoet aan  $L = n \cdot \frac{1}{2} \lambda$  met  $n = 1, 2, 3, \dots$   
Voor de snelheid  $v$  van het quantumdeeltje geldt  $v = n \cdot \frac{h}{2m \cdot L}$  met  $n = 1, 2, 3, \dots$   
a    Leid deze formule af.  
Een deeltje dat tussen de wanden van de energieput beweegt, heeft alleen kinetische energie. Voor de energie van een deeltje in een energieput geldt dan:  
 $E_n = n^2 \cdot \frac{h^2}{8m \cdot L^2}$  met  $n = 1, 2, 3, \dots$   
b    Leid deze formule af.  
Het deeltje absorbeert een foton en gaat hierdoor van de grondtoestand naar de tweede aangeslagen toestand.  
De frequentie van het opgenomen foton is dan gelijk aan  $f = \frac{h}{m \cdot L^2}$ .  
c    Leid deze formule af.

- Opgave 19**  
a    De formule leid je af met de gegeven formule en de formule voor de deBrogliegolflengte.  
Voor de deBrogliegolflengte geldt  $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$   
  
Uit  $L = n \cdot \frac{1}{2} \lambda$  volgt  $\lambda = \frac{2L}{n}$ .  
  
Combineren levert:  $\frac{h}{m \cdot v} = \frac{2L}{n}$ .  
  
Hieruit volgt  $v = n \cdot \frac{h}{2m \cdot L}$ .  
b    De formule leid je af met de gegeven formule bij vraag a en de formule voor de kinetische energie.  
Voor de kinetische energie geldt  $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$  met  $v = n \cdot \frac{h}{2m \cdot L}$ .  
  
Combineren levert:  $E_k = \frac{1}{2} m \cdot \left( n \cdot \frac{h}{2m \cdot L} \right)^2 = \frac{1}{2} m \cdot n^2 \cdot \frac{h^2}{4m^2 \cdot L^2} = n^2 \cdot \frac{h^2}{8m \cdot L^2}$   
c    De formule leid je af met de formule voor de energie van een foton.  
De energie van een foton volgt uit het energieverschil tussen de grondtoestand en de tweede aangeslagen toestand.  
Het energieverschil bereken je met de formule voor de energie van een deeltje in een eendimensionale energieput voor de grondtoestand en de tweede aangeslagen toestand.  
Voor de grondtoestand geldt  $n = 1$  en voor de tweede aangeslagen toestand  $n = 3$ .  
Voor het energieverschil geldt dan  $\Delta E = 3^2 \cdot \frac{h^2}{8m \cdot L^2} - 1^2 \cdot \frac{h^2}{8m \cdot L^2} = 8 \cdot \frac{h^2}{8m \cdot L^2} = \frac{h^2}{m \cdot L^2}$   
Voor de energie van een foton geldt  $E = h \cdot f$ .  
Dus  $f = \frac{h}{m \cdot L^2}$ .