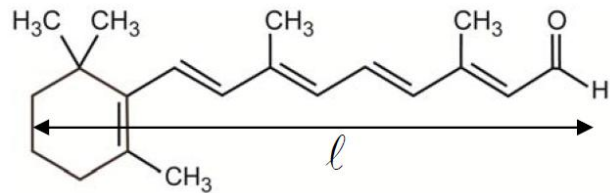


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

**Met potlood geschreven tekst wordt niet gecorrigeerd!  
Het gebruik van Tipp-Ex is niet toegestaan.**

**Opgave 1**

Retinal is een molecuul dat een belangrijke rol speelt bij het waarnemen van licht. Het bestaat uit een lange ketting van koolstofatomen waarlangs 12 elektronen zich vrij kunnen bewegen. Het gedrag van deze 12 elektronen laat zich in goede benadering beschrijven met het model van een deeltje in oneindig diepe potentiaalput met een breedte van 1,44 nm.



a) **Leg uit** waarom een elektron in een oneindig diepe potentiaalput alleen bepaalde energiewaarden kan aannemen.

In de potentiaalput is de bodem van de put potentiaal 0 J.

Voor een elektron in het  $n^{\text{de}}$  niveau geldt dat de golflengte voldoet aan:

$$\lambda_n = \frac{2 \cdot \ell}{n}$$

b) **Leid af** dat de kinetische energie van een elektron in een oneindig diepe put voldoet aan:

$$E_{k_n} = \frac{h^2}{8 \cdot m \cdot \ell^2} \cdot n^2$$

De golf functie die een elektron beschrijft wordt weergegeven met  $\Psi$  en de kansdichtheid wordt weergegeven met  $\Psi^2$ .

c) **Leg uit** voor welke hoofdkwantumgetallen  $n$  de kansdichtheid  $\Psi^2$  precies midden in de put gelijk aan 0.

Het absorptiespectrum van dit molecuul vertoont een absorptielijn bij 500 nm. Deze komt overeen met de overgang van de grondtoestand naar de eerste aangeslagen toestand.

d) **Leg uit** welke hoofdkwantumgetallen  $n$  horen bij een overgang van de grondtoestand naar de eerste aangeslagen toestand.

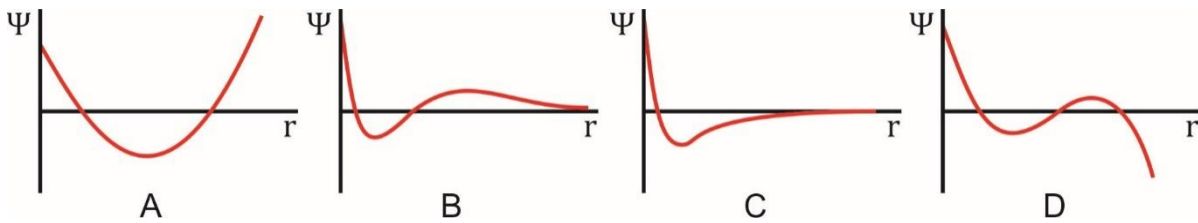
e) **Bereken** de golflengte die volgens ons model bij deze overgang zou horen.

Een iets realistischer model zouden we krijgen als we de put niet oneindig diep zouden beschouwen.

f) **Schets** de golf functie voor  $n = 2$  in een eindig diepe potentiaalput.

### Opgave 2

In onderstaande afbeelding staan een viertal mogelijkheden voor de golffunctie van waterstof voor de toestanden  $n = 2$  en  $n = 3$ .



- Leg uit** welke twee diagrammen in aanmerking komen om de correcte weergaven van de golffuncties voor de toestanden  $n = 2$  en  $n = 3$  te zijn.
- Leg uit** welk van de twee bij a) geselecteerde diagrammen bij toestand  $n = 3$  hoort.

### Opgave 3

Metalen hebben vrije elektronen. Dat zijn elektronen die niet gebonden zijn aan een individueel atoom maar vrij van atoom naar atoom kunnen bewegen. De snelheid waarmee elektronen bij kamertemperatuur bewegen bedraagt zo'n  $10^3$  m/s.

- Leg** met behulp van een **berekening uit** dat er in een metalen staafje met een lengte van 5,0 cm en een diameter van 8,0 mm geen waarneembare kwantummechanische verschijnselen optreden.



Het metalen staafje wordt tot  $2,0 \cdot 10^3$  °C verhit.

- Leg uit** hoe je aan het uitgezonden spectrum kunt zien dat er geen waarneembare kwantummechanische verschijnselen optreden.