

Hulpmiddelen:
BiNaS en niet-grafisch rekenapparaat

Naam:

Voortgangstoets

NAT

6 VWO

Week 2

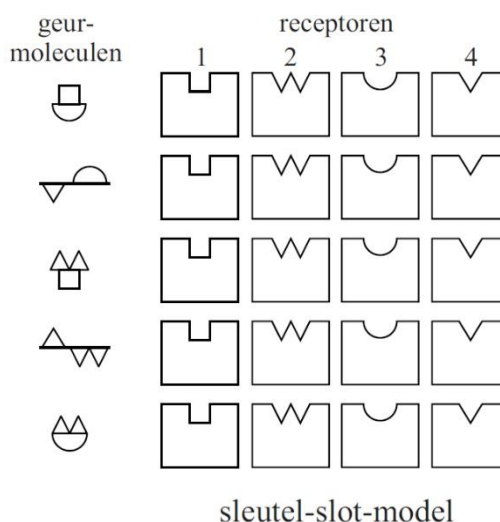
SUCCES!!!

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. Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

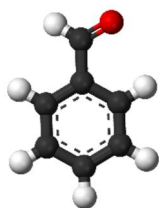
Opgave 1

Als een mens iets ruikt, betekent dat dat een geurmolecuul in de neus gedetecteerd wordt door een geur-receptor. Ieder mens heeft ongeveer 350 verschillende geur-receptoren en kan ongeveer 10.000 verschillende geuren onderscheiden. Om de werking te verklaren zijn twee modellen in omloop: het sleutel-slot-model en het Turin-model.

In nevenstaande afbeelding is te zien hoe het sleutel-slot-model werkt. Als een geurmolecuul op verschillende plaatsen in de receptor past, wordt door een combinatie van die mogelijkheden de geur van dat molecuul waargenomen. Er zijn moleculen die erg van elkaar verschillen en toch dezelfde geur hebben, en er zijn moleculen die bijna gelijk zijn, maar een verschillende geur hebben. Zie de voorbeelden in onderstaande afbeelding.

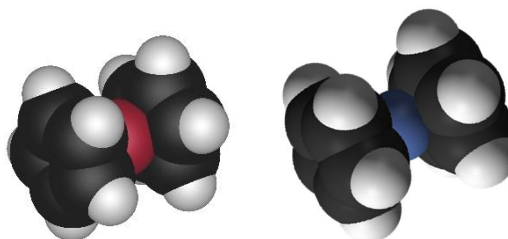


Toelichting: In de bovenste receptor past het geurmolecuul op de plaatsen 1 en 3.



figuur a

ruiken hetzelfde
benzaldehyde en
waterstofcyanide

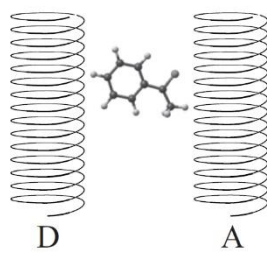


figuur b

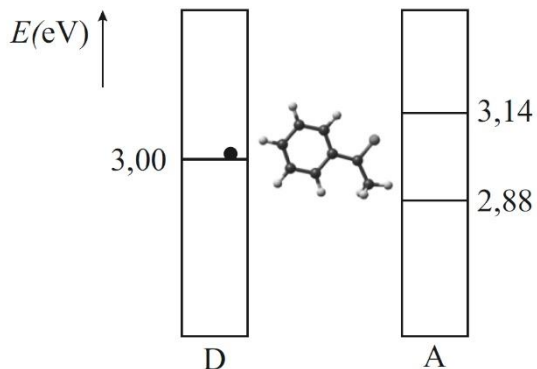
ruiken verschillend
ferroceen en
nikkeloceen

- a) Geef aan voor een van de twee voorbeelden in bovenstaande afbeelding waarom voor deze moleculen het sleutel-slot-model niet voldoet.

Omdat het sleutel-slot-model niet voldeed, kwam de Franse onderzoeker Luca Turin in 1996 met een nieuw model. In het model van Turin bestaat een geur-receptor uit twee delen: de donor D en de acceptor A. Zie onderstaande afbeeldingen



geur-receptor



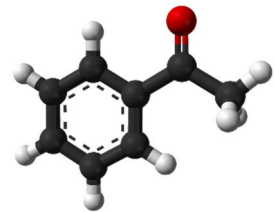
Als een elektron van donor D via een geurmolecuul naar acceptor A beweegt, wordt er bij A een signaal afgegeven dat naar de hersenen gaat, waardoor het geurmolecuul wordt waargenomen. Het model van Turin is een combinatie van quantum-tunneling en energieoverdracht. Zie bovenstaande rechter afbeelding voor een schematische weergave. In deze afbeelding bevindt zich een elektron in donor D in het aangegeven energieniveau. Van acceptor A zijn twee energieniveaus weergegeven. Zonder geurmolecuul kan het elektron niet van D naar A gaan.

Als een geurmolecuul dat past bij de receptor tussen D en A zit, kan dit geurmolecuul energie opnemen van het elektron zodat het elektron wel van D naar A kan komen.

b) **Leg uit** in welke van de twee energieniveaus van A het elektron dan komt.

Een voorbeeld van een geurmolecuul is acetofenon. Zie nevenstaande afbeelding.

De energie-uitwisseling met het geurmolecuul kan in een vereenvoudigd model worden beschreven. In dit vereenvoudigd model wordt elke C-H-binding van het geurmolecuul beschouwd als een (quantumfysisch) massaveersysteem. Zie onderstaand diagram voor de energieput met de discrete energieniveaus van dit massaveersysteem voor een van de C-H-bindingen van acetofenon.

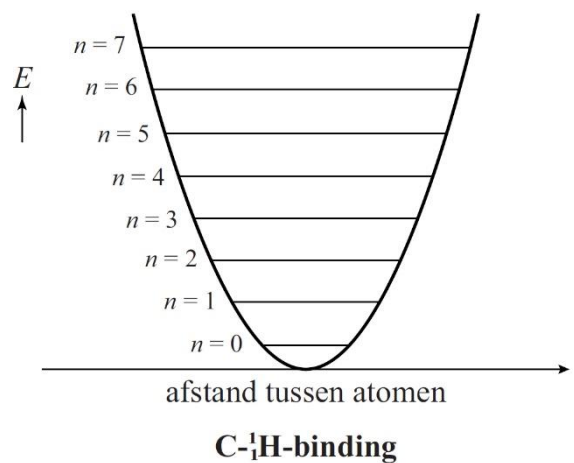


Voor de energieniveaus geldt:

$$E_n = h \cdot f \cdot \left(n + \frac{1}{2} \right)$$

Hierin is:

- E_n De energie van niveau n ;
- h De constante van Planck;
- f De frequentie van het massaveersysteem.



Als het elektron in bovenstaande rechter afbeelding van D naar A gaat, neemt de C-H-binding van het geurmolecuul precies zoveel energie van het elektron op dat het massaveersysteem één energieniveau omhoog gaat.

c) **Bepaal** met behulp van de afbeeldingen de waarde van f .

Om te onderzoeken of het model van Turin klopt, heeft een onderzoeker een experiment met fruitvliegjes gedaan. Hij bood twee verschillende geuren aan, waarvan één acetofenon was. De fruitvliegjes hadden een duidelijke voorkeur voor acetofenon.

Daarna herhaalde hij het experiment, waarbij hij in acetofenon 'gewone' waterstofatomen (^1H) verving door deuteriumatomen (^2H). Nu hadden de fruitvliegjes geen voorkeur voor acetofenon. De fruitvliegjes konden dus het verschil tussen acetofenon met gewone waterstofatomen (^1H) en acetofenon met deuteriumatomen (^2H) ruiken.

Neem aan dat de massa in het massa-veer-systeem de massa is van het waterstofatoom en dat de vervanging van gewoon waterstof door deuterium alleen effect heeft op de massa van het massa-veer-systeem en niet op de veerconstante.

d) **Leg uit** dat de uitkomst van het experiment een ondersteuning is voor het model van Turin.

Op de uitwerkbijlage staat de energieput met energieniveaus van een C- ^1H -binding van acetofenon weergegeven. Op dezelfde schaal zijn ook nog vier energieputten met energieniveaus weergegeven (I tot en met IV) van dezelfde C-H-binding, waarin nu het gewone waterstof vervangen is door deuterium.

e) Voer de volgende opdrachten uit:

- **Leid af** dat geldt:

$$\frac{f_{\text{deuterium}}}{f_{\text{waterstof}}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

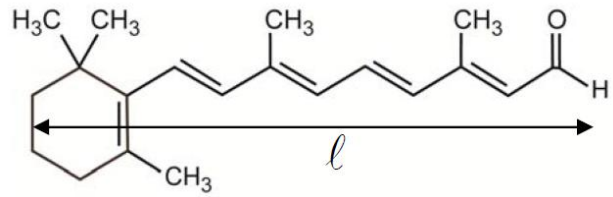
- **Leg daarmee uit** welke energieput met energieniveaus op de uitwerkbijlage past bij de C- ^2H -binding van het aangepaste acetofenon-molecuul.

In de parfumindustrie worden geurmoleculen die erg duur zijn vervangen door andere moleculen die hetzelfde ruiken. Bij de zoektocht naar vervangende moleculen worden de energieniveaus van het oorspronkelijke molecuul vergeleken met de energieniveaus van het vervangende molecuul.

f) Aan welke eis moeten de energieniveaus van het vervangende molecuul voldoen?

Opgave 2

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^{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 Ψ en de kansdichtheid wordt weergegeven met Ψ^2 .

c) **Leg uit** voor welke hoofdkwantumgetallen n de kansdichtheid Ψ^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.

