

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

Met een inktwisser kun je koningsblauwe vulpeninkt onzichtbaar maken. Dit type inktwisser is al in 1930 door de firma Pelikan uitgevonden. De inktwisser verandert via een chemische reactie de geometrie van het kleurstofmolecuul van de koningsblauwe inkt.

Het kleurstofmolecuul in de inkt absorbeert geelgroen licht met een golflengte van 550 nm. De kleurstofmoleculen in de inkt bevatten een vrij elektron dat je kunt beschouwen als een deeltje in een eendimensionaal doosje. De overgang van de grondtoestand van dit elektron naar de eerste aangeslagen toestand komt overeen met de energie van het geabsorbeerde foton.

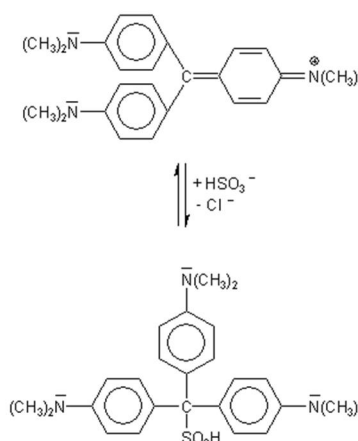
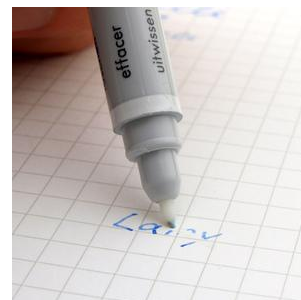
a) **Bereken** de grootte van het kleurstofmolecuul.

De inktwisser bevat sulfiet dat een reactie aangaat met het kleurstofmolecuul. Deze reactie zorgt voor een vormverandering van het kleurstofmolecuul zodat de lengte van het doosje precies twee keer zo klein wordt.

b) **Leg uit** of het energieverval tussen de grondtoestand en de eerste aangeslagen toestand hierdoor groter of kleiner wordt en **bereken** met welke factor die energie groter of kleiner wordt.

In plaats van geelgroen licht absorbeert het nieuwe molecuul een ander van het elektromagnetisch spectrum.

c) **Leg uit** in welk deel van het elektromagnetisch spectrum de golflengte van de geabsorbeerde straling zich bevindt.



Opgave 2

Een smartphone geeft een toon van 1000 Hz en wordt omhoog geschoten vanuit punt A. De telefoon passeert Esmeralda op hoogte B, bereikt zijn hoogste punt C en valt terug naar A. Dan pas stopt de geluidsproductie van de telefoon.

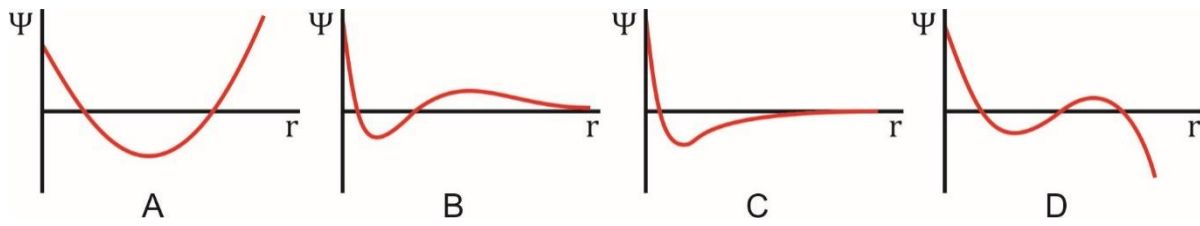
Esmeralda heeft een geoefend oor en neemt dus alle dopplereffecten waar als die er zijn.

Schets de grafiek van de door Esmeralda waargenomen frequentie als functie van de tijd. Zet in deze grafiek de letters A, B en C op de geschikte plaatsen. Geef een toelichting bij je schets.



Opgave 3

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.