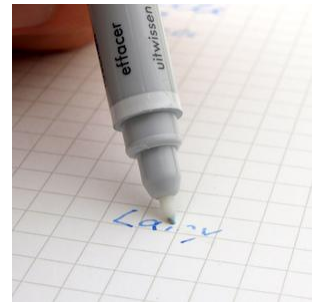


Noteer niet uitsluitend de antwoorden, maar ook je redeneringen (in correct Nederlands) en de formules die je gebruikt hebt! Maak daar waar nodig een schets van de situatie. Let op het juiste aantal significante cijfers en vergeet de eenheden niet! Maak de opgaven in de juiste volgorde en werk netjes.

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

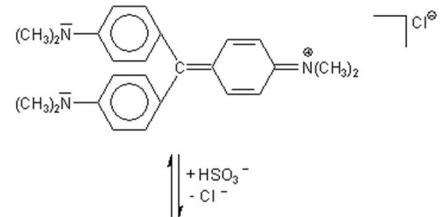
**Opgave 1**

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



Het kleurstofmolecuul in de inkt absorbeert geel-groen 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 inktwischer 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 geel-groen 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

Voor de gravitatiekracht geldt:  $F_G = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = \frac{k_1}{r^2}$  met  $k_1 = G \cdot m_1 \cdot m_2$

Voor de elektrische kracht geldt:  $F_e = f \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = \frac{k_2}{r^2}$  met  $k_2 = f \cdot q_1 \cdot q_2$

We gaan nu de baan van een elektron rond een atoomkern vergelijken met de baan van de maan om de aarde. In beide gevallen geldt een formule van de vorm:

$$F = \frac{k}{r^2}$$

Waarbij F dan de kracht is die het elektron of de maan in zijn cirkelbaan houdt.

Voor de impuls van het elektron of de maan in zijn cirkelbaan geldt:

$$p = \sqrt{\frac{k \cdot m}{r}}$$

a) **Leid** deze formule af.

De gemiddelde afstand tussen een elektron en een waterstofkern is gelijk aan de bohrstraal,  $5,29 \cdot 10^{-11}$  m. De gemiddelde afstand tussen aarde en maan is  $3,84 \cdot 10^8$  m.

b) **Bereken** de de Broglie voor het elektron.

c) **Bereken** de de Broglie golflengte voor de maan.

Het hoofdkwantumgetal n is de verhouding tussen de golflengte en de omtrek van de cirkelbaan.

d) **Toon** door **berekening aan** dat het elektron zich in de grondtoestand ( $n = 1$ ) bevindt en de maan zich in een zeer hoge aangeslagen toestand bevindt.

Voor de energieniveaus van de beide systemen geldt:

$$E_n = -\frac{E_\infty}{n^2}$$

Voor het waterstofatoom geldt  $E_\infty = 13,6$  eV en voor het aarde-maan systeem geldt

$E_\infty = 5,66 \cdot 10^{165}$  J.

e) **Leg uit** dat de maan ondanks zijn grote waarde voor  $E_\infty$  vrijwel elke energiehoeveelheid kan opnemen of afstaan.