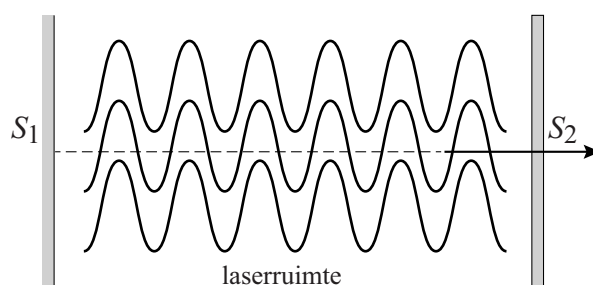


### Kleurstoflaser

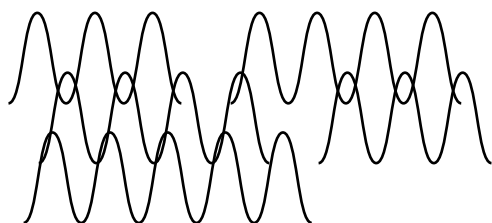
Een laser is een lichtbron die een smalle, evenwijdige en intense lichtbundel produceert. De bundel wordt geproduceerd in de laserruimte, die zich tussen spiegel  $S_1$  en de halfdoorlatende spiegel  $S_2$  bevindt. Zie de artist's impression in figuur 1. In de laserruimte worden heen en weer kaatsende fotonen geproduceerd.

**figuur 1**

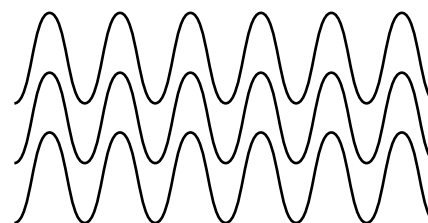


Bij laserwerking ontstaat een lawine van fotonen doordat reeds aanwezige fotonen aangeslagen moleculen dwingen om zelf fotonen uit te zenden. Het oorspronkelijke foton is daarbij identiek aan het geproduceerde foton: ze hebben dezelfde fase en dezelfde golflengte. Hierdoor heeft een laser een hogere intensiteit dan een gewone lichtbron, die fotonen produceert die niet dezelfde fase hebben. In figuren 2a en 2b zijn een aantal individuele lichtgolven geschetst van respectievelijk een gewone lichtbron en een laser.

**figuur 2a**



**figuur 2b**



Ook als de amplitude van de individuele golven gelijk is, is de totale amplitude (en dus de intensiteit) van het laserlicht groter dan die van de gewone lichtbron.

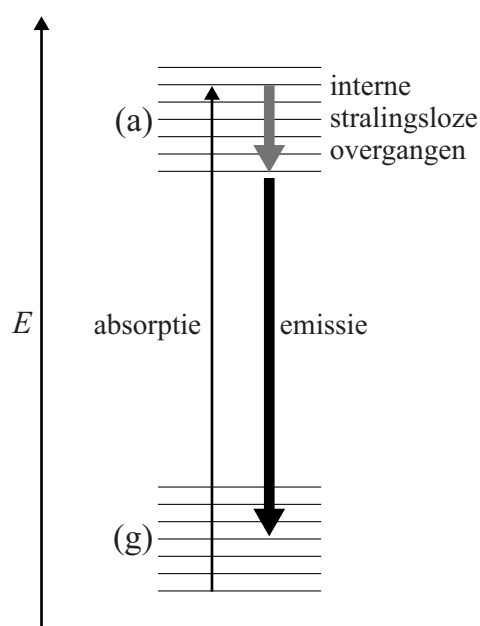
2p 11 Leg uit hoe dit komt aan de hand van de figuren 2a en 2b.

Anders dan bij gaslasers zenden vloeistoflasers een breedbandig spectrum van meer golflengtes tegelijk uit. Voor een bepaalde breedbandige vloeistoflaser wordt de kleurstof Rhodamine 6G gebruikt. Bij complexe moleculen als de kleurstof Rhodamine 6G bestaat zowel de grondtoestand (g) als de aangeslagen toestand (a) uit veel zeer dicht op elkaar gelegen energieniveaus. Zie figuur 3a.

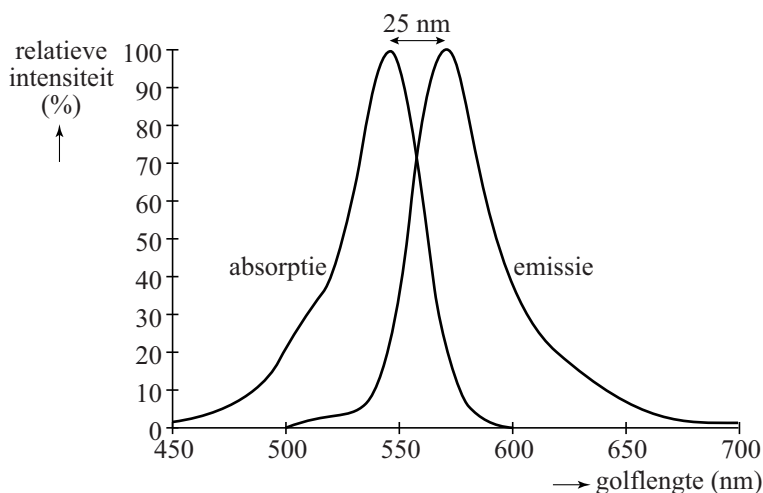
Zo'n stof heeft daardoor geen lijnenspectrum maar een bandspectrum. In figuur 3b is links de absorptieband en rechts de emissieband van Rhodamine 6G weergegeven.

Omdat de aangeslagen moleculen eerst een gedeelte van hun energie afgeven in de vorm van warmte (interne stralingsloze overgangen), is in figuur 3b het emissiespectrum naar rechts verschoven ten opzichte van het absorptiespectrum.

figuur 3a



figuur 3b



2p 12 Leg uit waarom het emissiespectrum naar rechts verschoven is.

Een Rhodamine-6G-molecuul kan men ook beschrijven met een eenvoudig model van een eendimensionale energieput waarin 22 elektronen opgesloten zijn. Hierbij zijn een aantal energieniveaus ( $n$ -waarden) steeds gevuld met twee elektronen per niveau. Samen vormt dit de grondtoestand ( $g$ ).

Als het molecuul door absorptie van een foton aangeslagen wordt, gaat één elektron van de hoogste bezette  $n$ -waarde naar de volgende  $n$ -waarde.

Dan geldt voor de lengte van de energieput: 
$$L = \sqrt{\frac{\lambda \cdot (12^2 - 11^2) \cdot h}{8mc}}$$

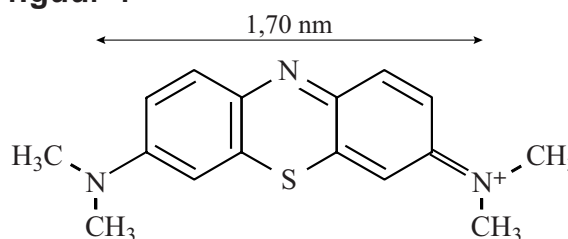
Hierin is:

- $\lambda$  de golflengte die vereist is om het molecuul aan te slaan;
- $h$  de constante van Planck;
- $m$  de massa van een elektron;
- $c$  de lichtsnelheid.

4p 13 Leid deze formule af gebruikmakend van formules uit een tabellenboek.

Figuur 4 geeft de structuur van Rhodamine 6G weer. De waarde  $L$  komt bij benadering overeen met de waarde in figuur 4.

figuur 4



3p 14 Toon dit aan met een berekening.