

Tentamen Spectroscopie

Honoursmodule – Jaar 1

Donderdag 14 juni 15:00-17:00 uur

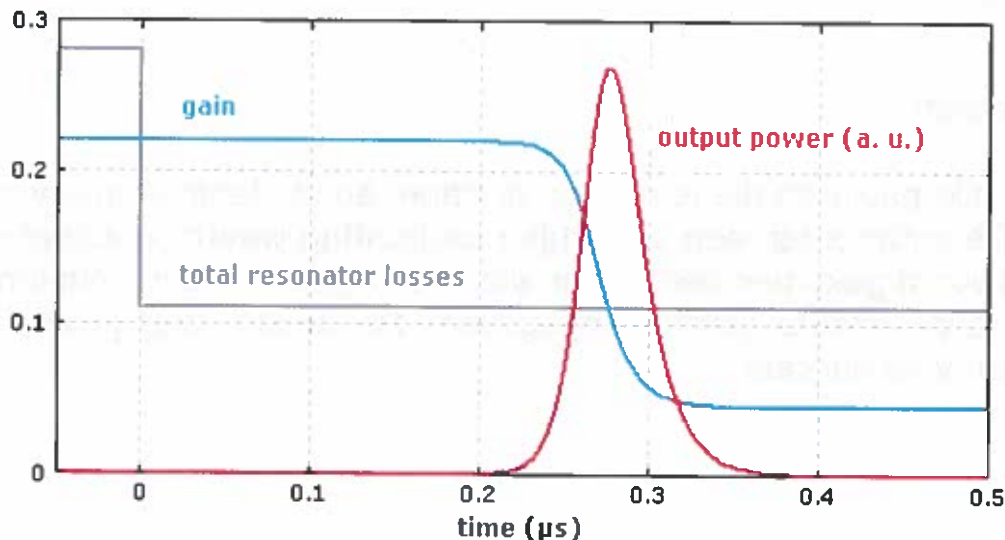
Lees dit eerst!

Graag op alle papieren die je inlevert je naam en studentnummer vermelden. Geef bij alle antwoorden **een duidelijke toelichting** waarin je aangeeft hoe je tot het antwoord gekomen bent. Voor alle deelvragen kunnen 5 punten worden behaald, tenzij anders wordt aangegeven. Na afloop mag je de opgaven meenemen. Veel succes!

Opgave 1

(20)

In de onderstaande figuur zijn voor een korte tijdsperiode de gain, output power en total resonator losses van een Q-switched laser geschetst:

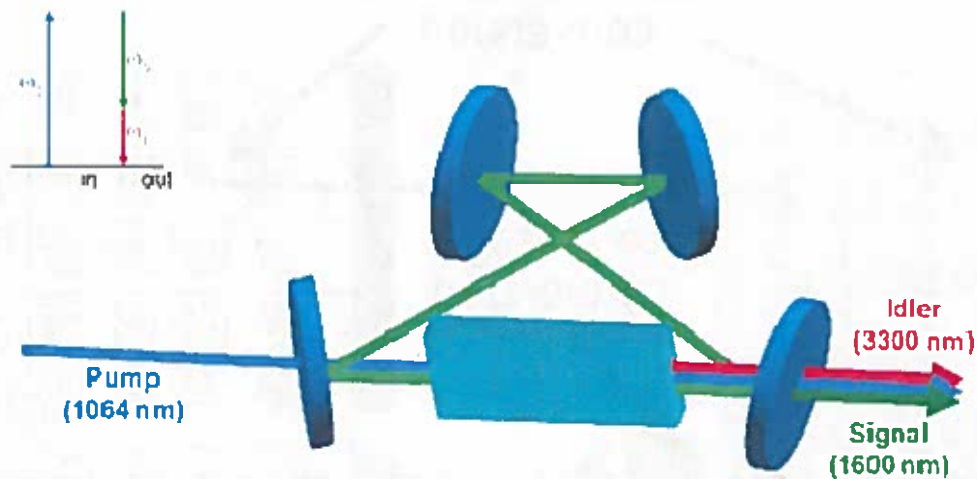


- Teken een schema van/schets een Q-switched laser en leg de functie van de verschillende componenten uit.
- Leg uit wat bedoeld wordt met gain, total resonator losses en output power.
- Verklaar het verloop van de gain, total resonator losses en output power als functie van de tijd en beschrijf ook wat er op $t=0$ gebeurt.
- De figuur hierboven beslaat slechts een korte tijdsperiode van $0.5 \mu\text{s}$. De laser is een 10 Hz Nd-YAG laser. Schets het verloop van gain, output power en total resonator loss voor een tijdsperiode van 1 seconde.

Opgave 2

(20)

Een OPO (Optical Parametric Oscillator) is in staat één hoog energetisch foton te splitsen in twee lager energetische fotonen. In de onderstaande figuur is schematisch het opsplitsen van 1064 nm fotonen van een Nd-YAG laser getekend.

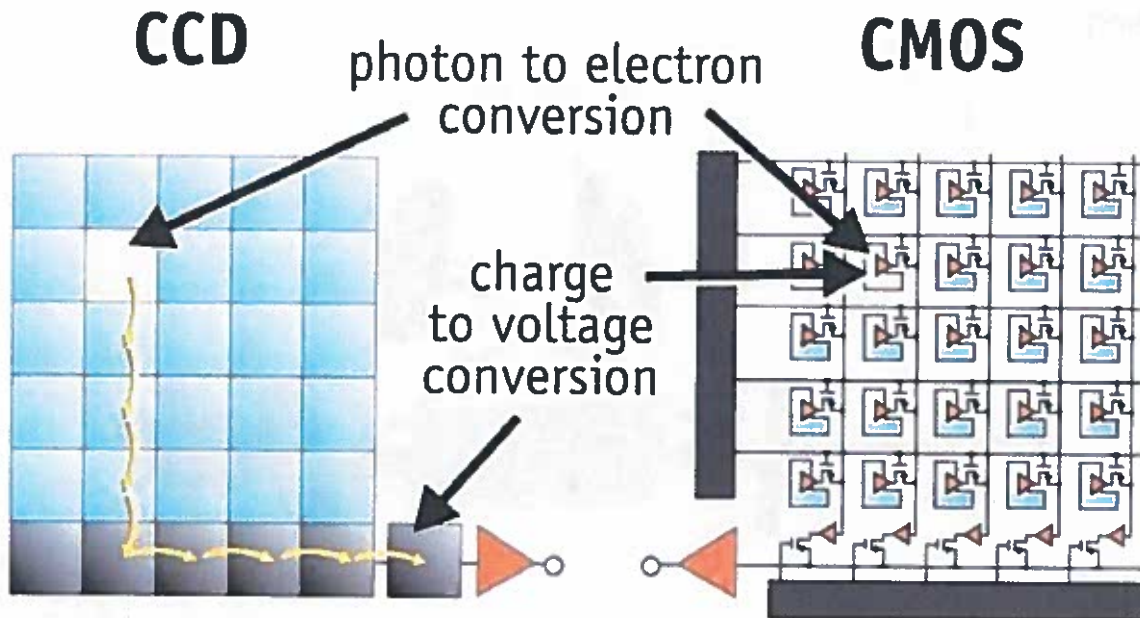


- Beschrijf wat het donkergroene element in het schema hierboven is en hoe het gebruikt wordt om van een vaste 'pump' golflengte een tunable (golflengte variabele) laser te maken. (10)
- In de figuur wordt aangegeven dat een 1064 nm wordt gesplitst in een 1600 nm en een 3300 nm foton. Klopt dit? Licht je antwoord toe!
- De OPO wordt gepompt met een Nd-YAG laser die door mode-locking zeer korte 60 fs pulsen genereert. Bereken de spectrale breedte (in nm en in cm^{-1}) voor de signal puls van 1600 nm bij een pulsduur van 60 fs.

Opgave 3

(15)

In de onderstaande figuur staat het principe van een CCD links afgebeeld. Rechts staat een concurrerende techniek, CMOS.



a) Leg uit hoe een CCD werkt. Ga daarbij in op de in de figuur aangegeven 'photon-to-electron' conversion en leg ook uit hoe het transport zoals weergegeven door de gele pijltjes gerealiseerd wordt. (10)

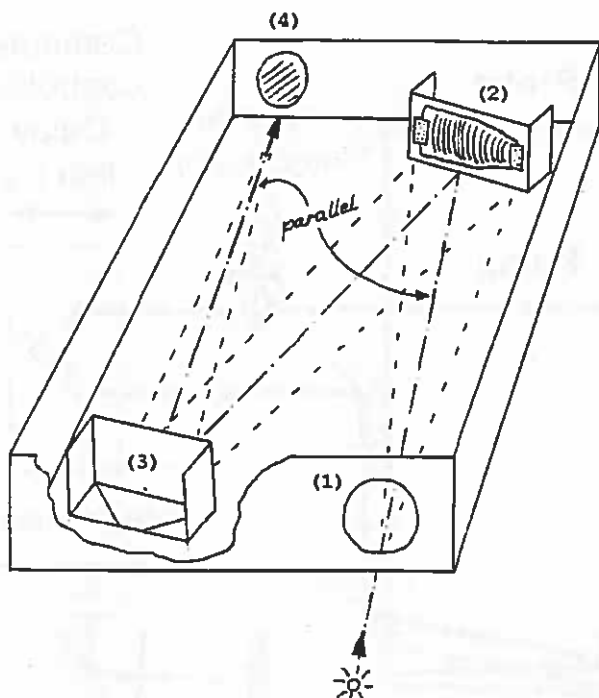
b) Wat is het voordeel van het gebruik van een CCD camera boven het gebruik van een fotomultiplierbuis voor het meten van emissiespectra?

Bonus: Leg uit wat het verschil is tussen de CCD en CMOS techniek. Met welke techniek verwacht je sneller spectra te kunnen opmeten? (5)

Opgave 4

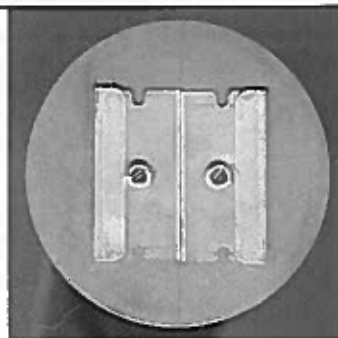
(15)

Met een kartonnen doos, een CD en een CCD kan een simpele monochromator gebouwd worden. De 'sporen' (lijnen) op een CD hebben een onderlinge afstand van $1\text{ }\mu\text{m}$. (d)



With the aid of one mirror we may build a more comfortable instrument, as shown in the sketch. The mirror should be a front-silvered plane mirror.

(1) is the entrance hole with slit, (2) the CD ROM on its holder, (3) the mirror on its holder, and (4) the observation hole.



Met scheermesjes in (1) en (4) wordt een spleet van $30\text{ }\mu\text{m}$ verkregen.

- a) Bereken de maximale resolutie van deze spectroscop voor een kartonnen doos van 40 cm lang en 20 cm breed.

Gebruik: $dx/d\lambda = (n.f)/(d.\cos\theta_d)$

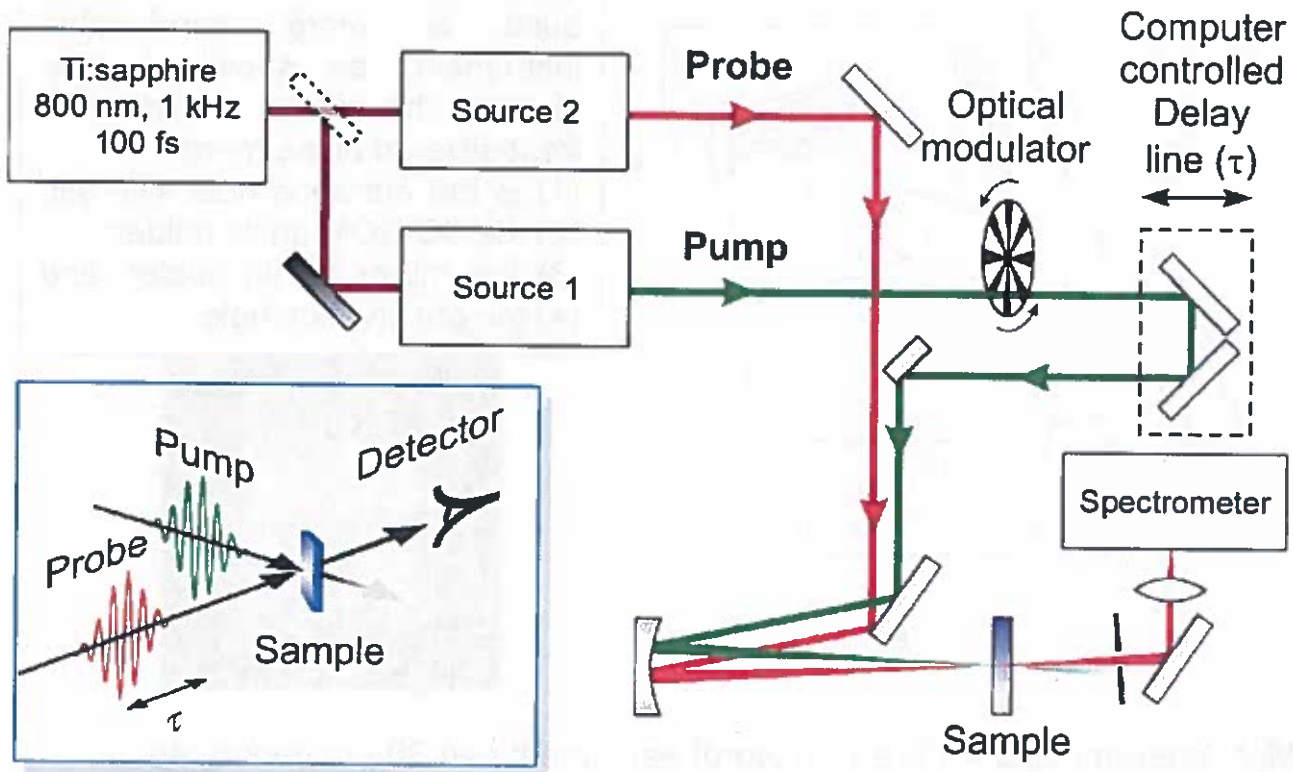
- b) Schets de stralengang voor wit licht dat op de spleet in (1) valt en geef aan waar de verschillende kleuren terecht komen. Teken hiervoor een bovenaanzicht van de doos (rechthoek).

- c) Om een spectrum te meten besluit je een CCD chip te gebruiken in plaats van de spleet bij (4). Je gebruikt een $1\times 4\text{ cm}$ chip met 256×1024 pixels. Hoe plaats je de chip voor maximaal spectraal bereik (horizontaal of verticaal - licht je antwoord toe)? Wat is het spectrale bereik en wat is de spectrale resolutie?

Opgave 5

(20)

Een krachtige techniek voor het volgen van processen op een femtoseconde tijdschaal is femtoseconde pump-probe spectroscopie. Hieronder staat schematisch een pump-probe experimentele opstelling weergegeven.



- Zowel de pump als de probe pulse zijn kort maar vaak is één van de twee pulsen is veel korter dan de ander. Welke van de twee pulsen is korter (in tijd) en waarom?
- Wat is de rol van de computer controlled delay line en hoe werkt deze?
- Leg uit hoe Transient Absorption Spectroscopy werkt en hoe dat met de bovenstaande opstelling gemeten kan worden.

(10)