

Lasers

van technische fiche tot toepassing

ir. Gert Van Gyseghem

Voorbeeld van een technische fiche (1)

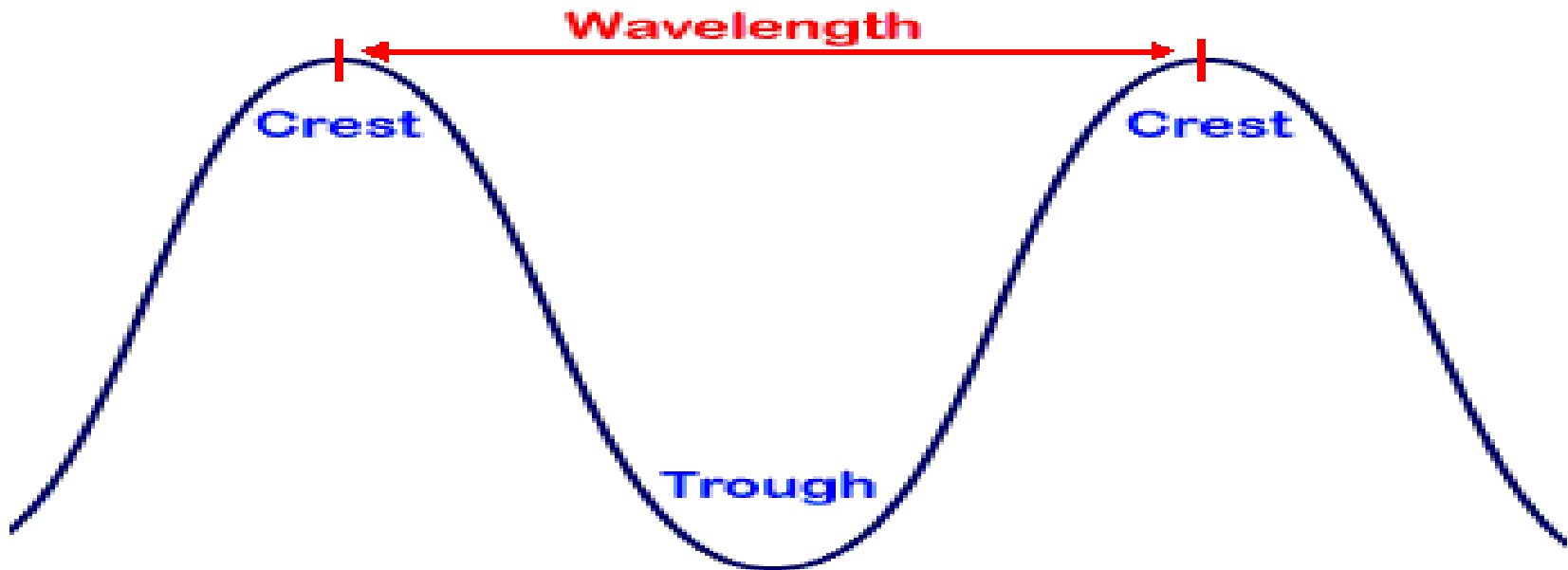
- **Alexandrite**
- **Source Alexandrite Laser**
- **Wavelength 755 nm**
- **Pulse Length From 2 to 100 ms**
- **Repetition Rate up to 2 pps**
- **Energy per Pulse 35 Joules**
- **Fluence up to 60 J/cm²**
- **Spot Sizes 5.0, 7.0, 10.0, 12.0, 14.0 and 16.0 mm**
- **Aiming Beam Diode Laser @ 650 nm**
- **Cooling Integrated in the handpiece**
- **Emission Control Fingerswitch or Footswitch**

Voorbeeld van een technische fiche (2)

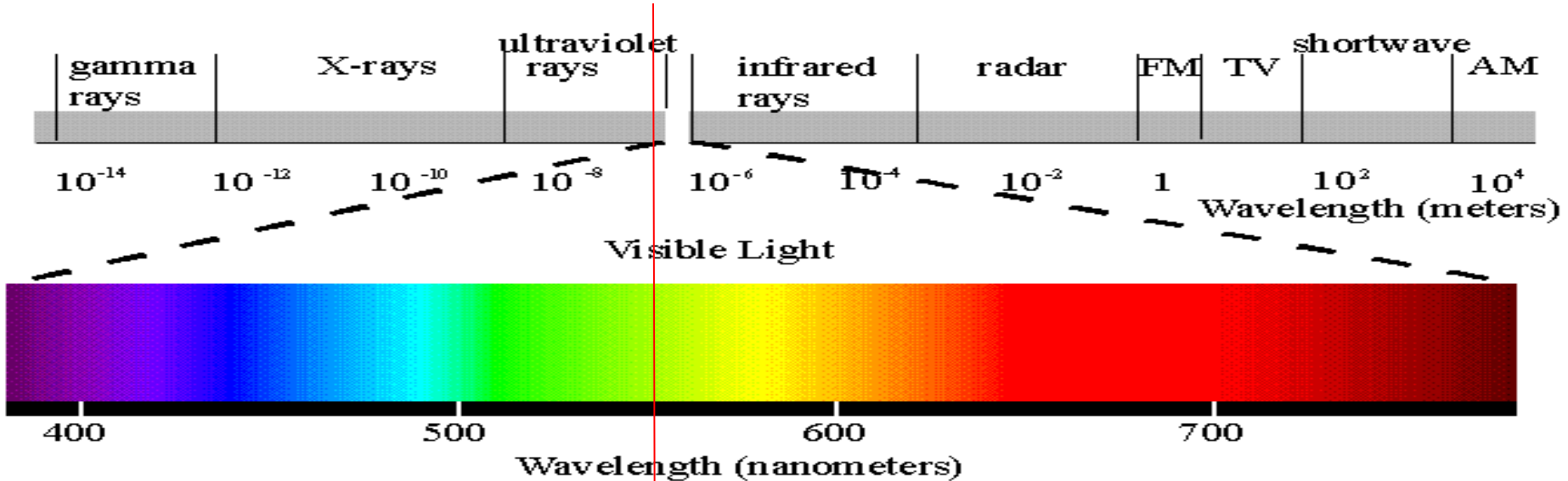
- **Pulsed Light**
- **Source Xe Pulsed Lamp**
- **Wavelengths 500 – 1,200 nm**
- *(Interchangeable Filters) 520 – 1,200 nm*
- 550 – 1,200 nm
- 600 – 1,200 nm
- 650 – 1,200 nm
- **Area for Treatment 48 x 13 mm (6.2 cm²)**
- **Repetition Rate up to 0.5 pps**
- **Pulse Length from 3 to 8 ms (1-3 pulses)**
- **Fluence up to 25 J/cm²**
- **Handpiece Cooling Integrated in the handpiece**
- **Emission Control Footswitch**

Licht is een vorm van elektromagnetische straling

De Golflengte (nanometer) karakteriseert de straling



Het elektromagnetisch spectrum



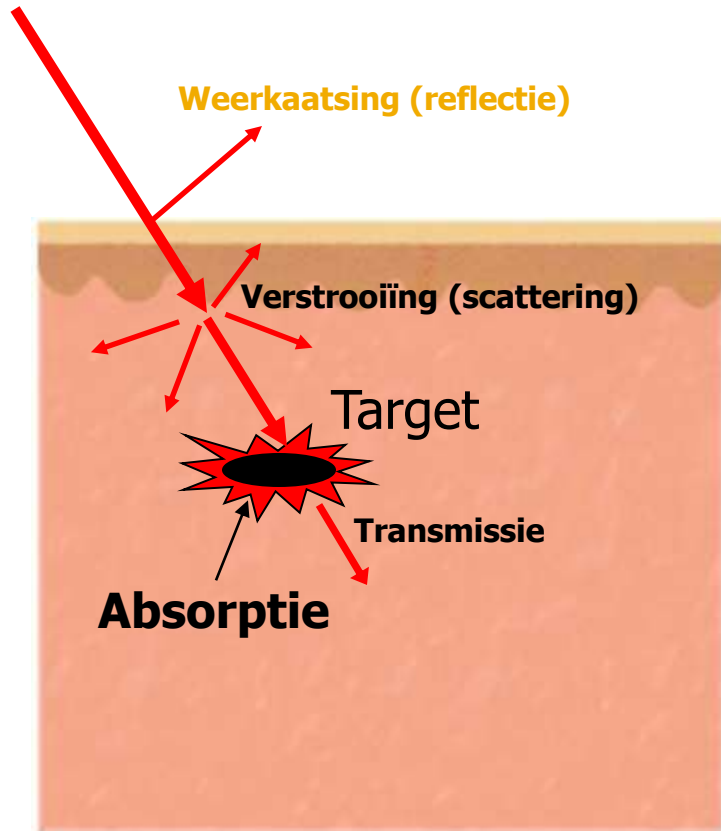
Ioniserende straling:

(UV, x-stralen, gamma stralen)

Niet-ioniserende straling:

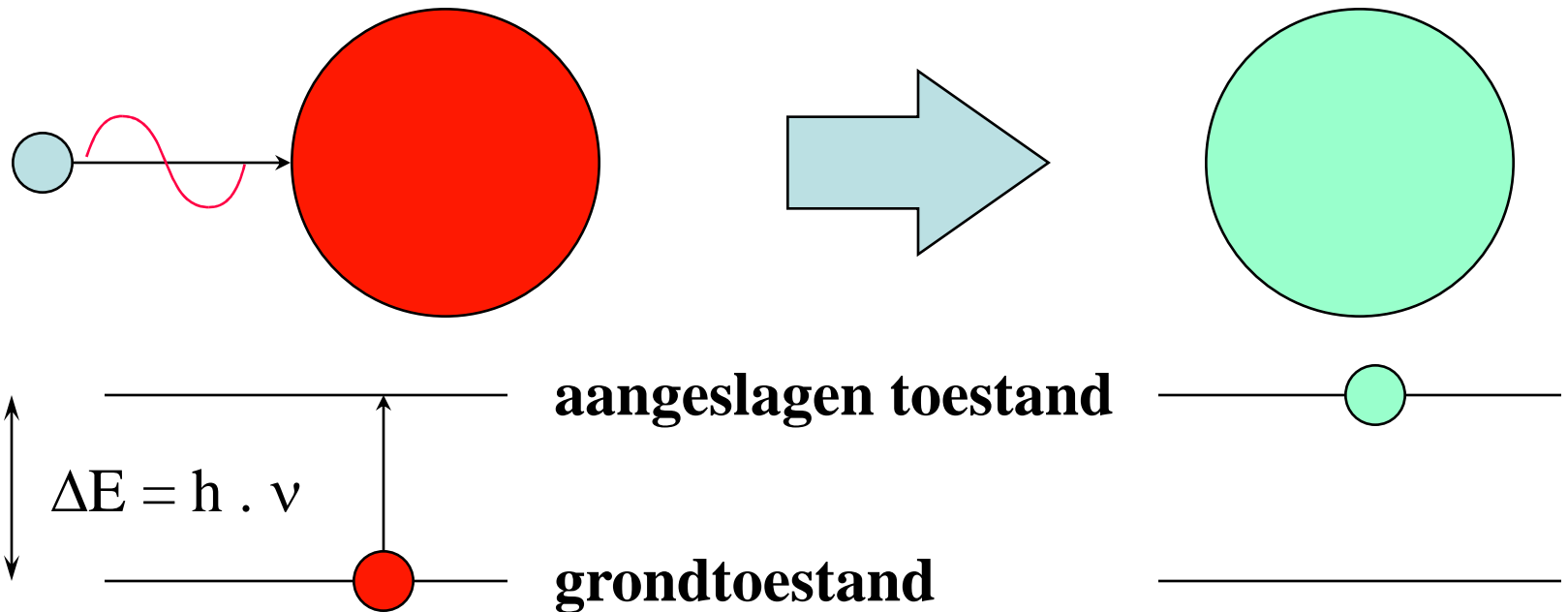
(zichtbaar licht, IR straling, radio golven)

Interactie van Licht en de huid



Absorptie van licht

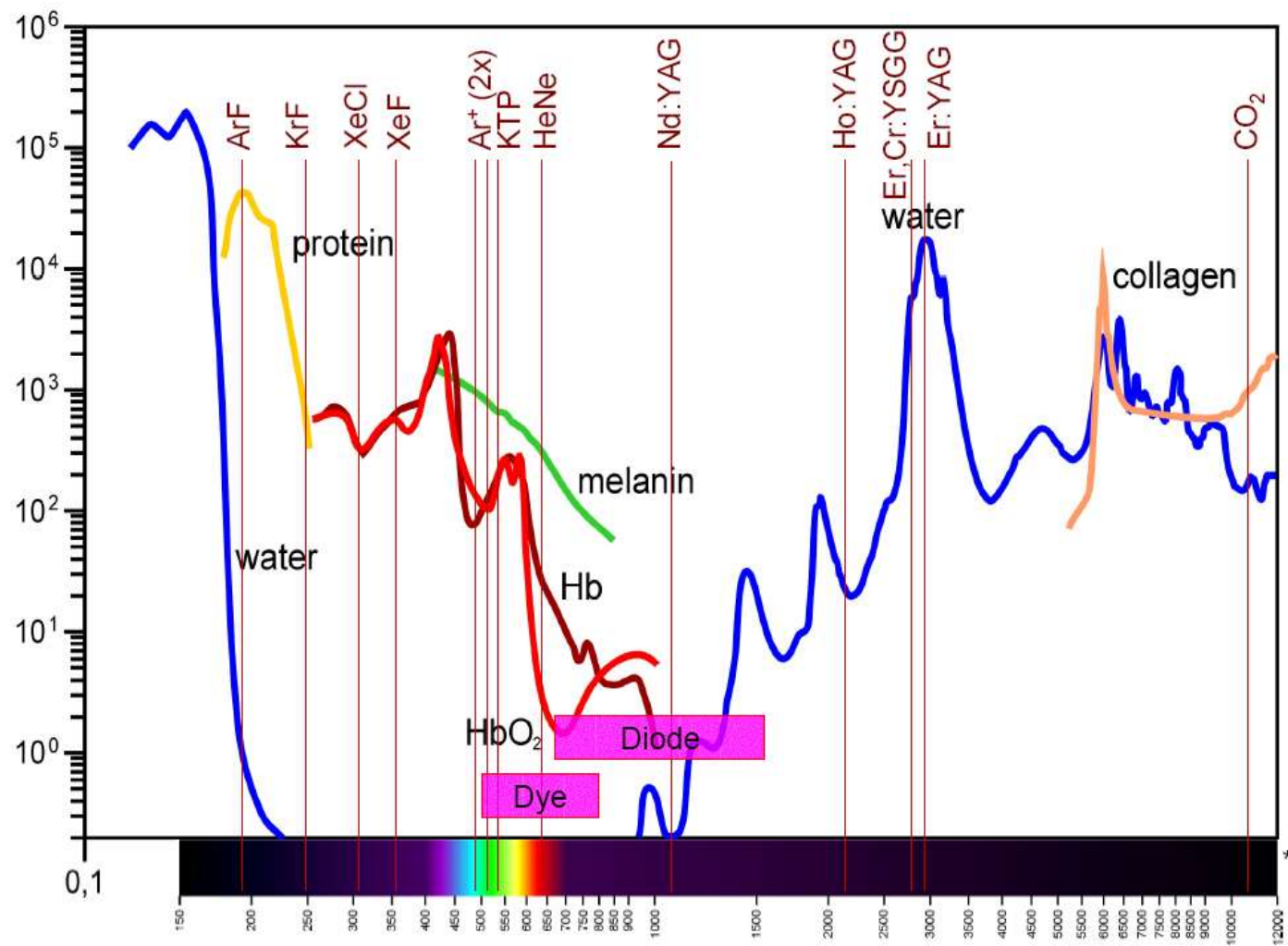
DEELTJESKARAKTER / FOTO-ELEKTRISCH EFFECT



Absorptie van licht in de huid

- Chromoforen = die componenten in de huid die licht van een bepaalde golflengte absorberen bvb hemoglobine, melanine, water.
- De meeste licht- en lasertoepassingen zijn gebaseerd op selectieve warmte-effecten in deze chromoforen
- Absorptie-eigenschappen in de diverse chromoforen zijn sterk afhankelijk van de golflengte van het licht
- De absorptie wordt gekarakteriseerd door de **Absorptie factor** (in 1/cm)

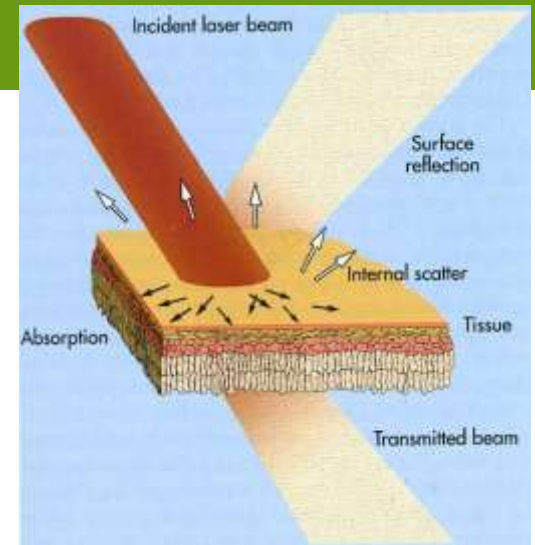
Main Absorbers at Different Wavelengths ^{*)}



^{*)} recorded at room temperature

Selectieve fothermolyse

- 1983: Rox Anderson
- Absorptie van stralingsenergie in een gepigmenteerd doelwit (Chromofoor)
- Voorwaarde 1: absorptie chromofoor $>$ absorptie omliggend weefsel
- Voorwaarde 2: pulsduur $<$ thermische relaxatietijd
- Doel van de selectieve fothermolyse is voldoende energie naar en geabsorbeerd door het gewenste doelwit, zonder thermische schade aan het omliggend weefsel



Selectieve fothermolyse



Fluence = energiedichtheid

$$\textit{Fluence} (J / \textit{cm}^2) = \frac{\textit{Energie} (J)}{\textit{Oppervlakte} (\textit{cm}^2)}$$

Belangrijk is Spotgrootte (diepte)

Herhalingsfrequentie (snelheid of repetition rate)

Pulsduur

Absorptie energiedensiteit

$$H_v = F \mu_a$$



Geabsorbeerde energiedensiteit = Fluence * Absorptiefactor

$$\frac{J}{cm^3} = \frac{J}{cm^2} \times cm^{-1}$$

Temperatuurstijging

$$\Delta T \cong H_v / \rho C \quad \text{Waar } \rho C \text{ de warmtecapaciteit is (J/cm}^3\text{/}^\circ\text{C)}$$

Selectieve Photothermolyse

- Selectieve absorptie  **GOLFLENGTE**
- Thermische schade enkel in het doelwit (thermal confinement)  **PULSDUUR**
- Eens gecreëerd, zal de warmte door diffusie wegvloeien
- Begrip THERMISCHE RELAXATIE
- Vuistregel
THERMISCHE RELAXATIETIJD (sec) \sim (dikte in mm)²
0,3 mm teleangiëctasie = 0,1s (100 ms)
0,1 mm epidermis = 0,01s (10 ms)
0,01 mm melanocyte = 0,0001s (0,1 ms)

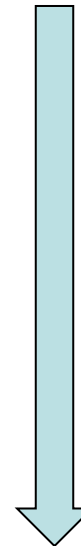
Pulsduur

- Tijdsduur van de energioverdracht
- $<$ thermische relaxatietijd (= tijdsduur om de geabsorbeerde energie af te staan aan de omgeving, afhankelijk van **diepte én dikte** van het doelwit)
- De Fluence (dosis) op zich is niet de enige maatstaf! Het is de combinatie van FLUENCE én PULSDUUR
- Het vermogen tijdens de puls is bepalend voor de optredende effecten in het weefsel

Vermogen?

$$\text{Piekvermogen(Watt)} = \frac{\text{energie(J)}}{\text{Pulsduur(sec)}} = \frac{\text{Fluence (J / cm}^2\text{)} \times \Pi \times (\text{spotsize(cm)})^2}{\text{Pulsduur(sec)} \times 4}$$

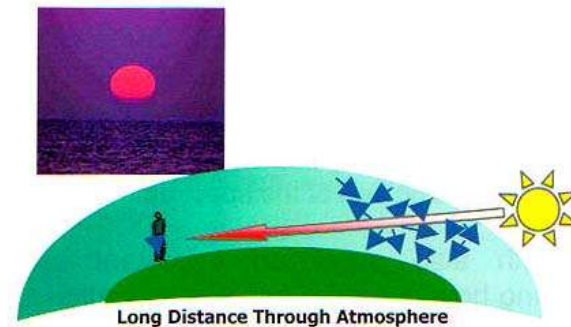
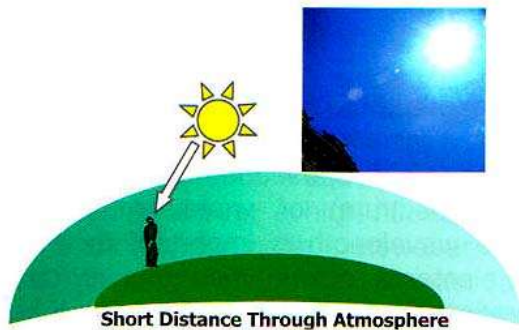
Biostimulatie
Locale opwarming
Effecten op enzymatische processen
Dehydratie, weefselkrimp
Denaturatie van proteïnes, coagulatie
Carbonisatie
Vaporisatie, photodisruptie (ablatie)
Plasma opwekking (Tattoeageverwijdering)



Intensiteit (Watt/cm²)

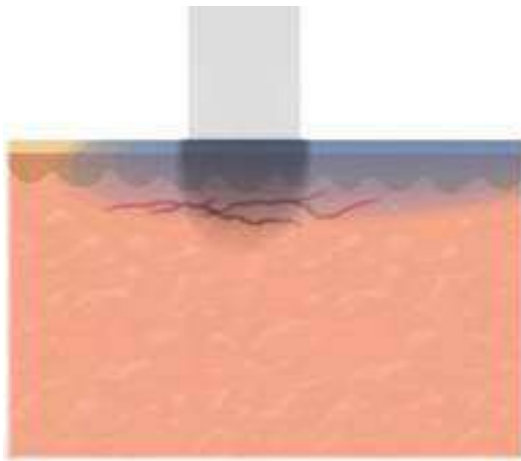
Absorptie versus verstrooiing (Scattering)

- 1- Absorptie in het chromofoor
- 2- Scattering (verstrooiing) van het licht: langere golglengtes (IR) = minder scattering (diepere transmissie)

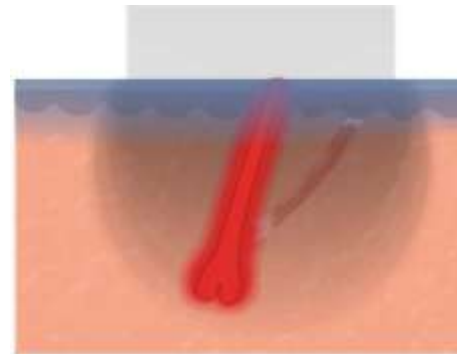


Spotgrootte

- Bij zelfde Parameters => grotere spot = diepere penetratie!



Small Spot Size



Large Spot Size



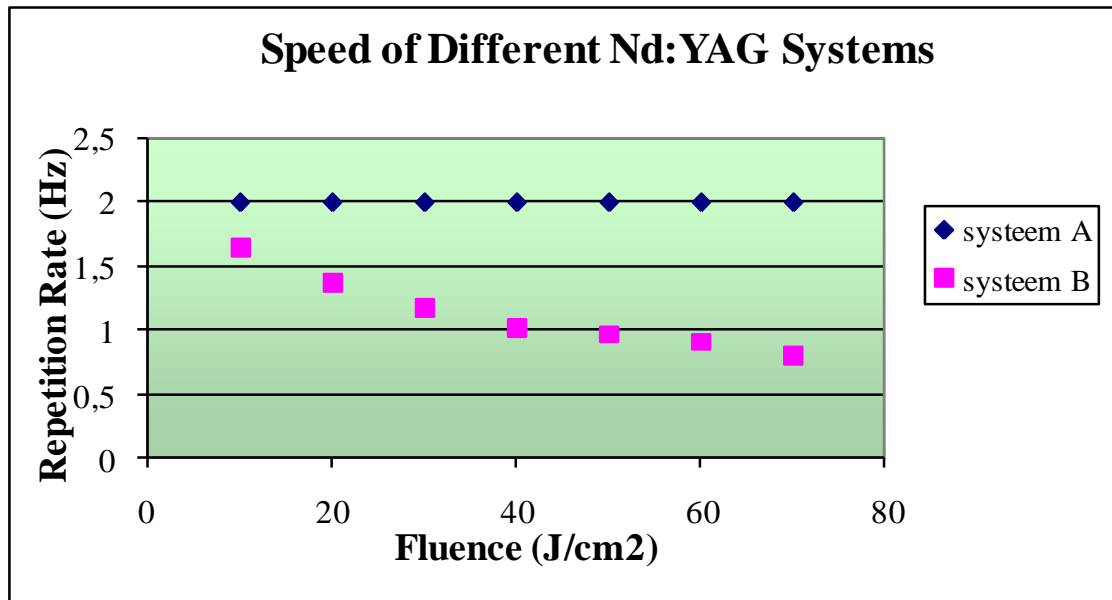
Koeling: bescherming van de epidermis!

- Geïntegreerd of afzonderlijk?
- Cryogen spray / koude lucht / koude tip / koud venster / Gel pad

Samenvatting belangrijkste parameters

- Selectieve photothermolyse vereist de combinatie van verschillende parameters
 - Golflengte
 - Wat is het absorberend doelwit?
 - Spotgrootte
 - Wat is de diepte en grootte van het doelwit
 - Pulsduur
 - Wat is de dikte van het doelwit
 - Fluence
 - Hoeveel energie is nodig voor het gewenste thermisch effect?
 - Koeling
 - Kan voldoende energie het doelwit bereiken zonder thermische schade aan de epidermis?

Behandelsnelheid



Primaire toepassingen van selectieve photothermolyse

- Permanente haarreductie
- Vasculaire toepassingen gelaat (PWS, teleangiëctasiën, besem reizen,...)
- Pigment (lentigines)

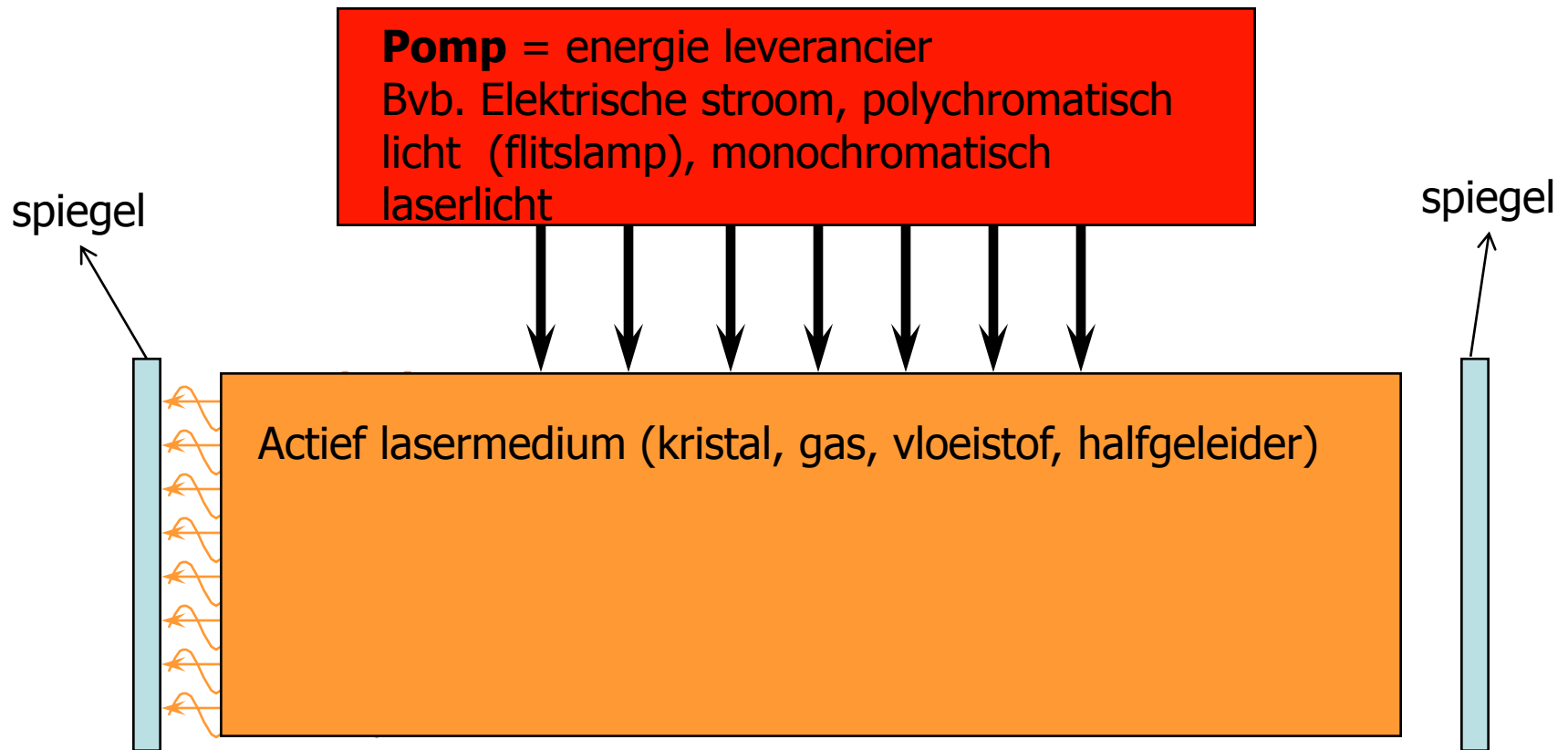
Resurfacing: chromofoor = water (IR)

- Ablatief (verdamping) Fractional of non-fractional
 - CO2 (10600 nm)
 - Er:YAG (2940 nm)
 - Er:YSGG (2790 nm)
- Non-ablatief (coagulatie) Fractional of non-fractional
 - Er:glas (1550 nm)
 - Nd:Yag (1064 nm en 1340nm)
 - Diode laser (diverse golflengtes)
 - ...
- Fractional delivery
 - Stamped / Scanned stamp / Continuous motion scanning

Q-Switch: pigment en tatoeages

- Ultrakorte pulsen (grootteorde nanoseconde), zeer hoge piekvermogens
- Golflengtes :
 - 1064 nm (Nd:YAG)
 - 532 nm (KTP)
 - 694 nm (Robijn)
 - 755 nm (Alexandrite)
 - Rond 600nm (Dye)

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation



Actief medium - voorbeelden

- Holmium:Yttrium Aluminium Garnet (Ho:YAG) kristal
40 Watt ($\Phi=4\text{mm}$, $L=8\text{cm}$)



- CO₂ laserbuis
15 Watt
Gaslaser



Eigenschappen laserlicht

- Monochromatisch

- 1 golflengte (=kleur)
- Uiterst smal spectrum



gewoon licht: veel kleuren/golflengtes

- gecollimeerd

- alle fotonen in dezelfde richting (evenwijdige stralen)
- Weinig divergerend

Gewoon licht: straalt in alle richtingen

- Coherent

- Alle golven zijn in fase zowel ruimtelijk als in de tijd

Gewoon licht: incoherent, ongeordend golfpatroon

Laser versus Pulsed Light



Meer weten?

- BVB Handboek van de “groupe laser” van de Franse dermatologen
- 3 gratis publicaties Cutera (Questions to ask before buying a...)
- Lasermedico Academy (workshops, trainings, user meetings)